



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

MARIA DE FÁTIMA SILVA GARCIA

**MINERALOGIA DE SOLOS E SEDIMENTOS DO GRUPO BARREIRAS DO
LITORAL NORTE DA BAHIA**

Salvador
2015

MARIA DE FÁTIMA SILVA GARCIA

**MINERALOGIA DE SOLOS E SEDIMENTOS DO GRUPO BARREIRAS DO
LITORAL NORTE DA BAHIA**

Trabalho apresentado ao curso de Pós-Graduação em Geologia, na Área Marinha, Costeira e Sedimentar, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Geraldo da Silva Vilas Boas

Co-Orientador: Prof. Dr. Fábio Carvalho Nunes

Salvador
2015

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca do Instituto de Geociências - UFBA

G216 Garcia, Maria de Fátima Silva
Mineralogia de solos e sedimentos do Grupo Barreiras no Litoral Norte da Bahia / Maria de Fátima Silva Garcia.- Salvador, 2015.
85 f. : il. Color.

Orientador: Prof. Dr. Geraldo da Silva Vilas Boas.
Co-orientador: Prof. Dr. Fábio Carvalho Nunes
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia.
Instituto de Geociências, 2015.

1. Geologia - Entre Rios (BA). 2. Sedimentação. 3. Solo. 4. Mineralogia. I. Vilas Boas, Geraldo da Silva. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Geociências. III. Título.


CDU: 551.3.051(813.8)

MARIA DE FÁTIMA SILVA GARCIA

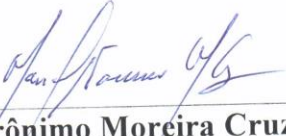
**“MINERALOGIA DE SOLOS E SEDIMENTOS DO
GRUPO BARREIRAS DO LITORAL NORTE DA
BAHIA”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia, como requisito para a obtenção do Grau de Mestre em Geologia na área de concentração em Geologia Marinha, Costeira e Sedimentar em 18/06/2015.


TESE APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA:



Dr. Fábio Carvalho Nunes
Co-Orientador – IFBA



Dr. Manoel Jerônimo Moreira Cruz
Examinador Interno – UFBA



Dr. José Jorge Souza Carvalho
Examinador Externo – UNIVASF

Salvador – BA
2015

Dedico este trabalho aos meus queridos pais que em seus ensinamentos e valores transmitidos me ajudaram a chegar até aqui. Com muito carinho, à Jonas Xavier pelo incentivo, compreensão e amor.

AGRADECIMENTOS

Inicio meus agradecimentos à Deus por me iluminar, mostrar pessoas importantes neste processo e por estar comigo em todos os momentos.

À meus pais Edvônia e Geovan, meu infinito agradecimento. Sempre buscaram me proporcionar o melhor. Obrigada pela educação, pelos bons princípios, orações e, sobretudo, pelo amor infinito.

Ao meu querido esposo, Jonas, por ser tão importante em minha vida. Muito obrigada por estar ao meu lado e pelo grande apoio, companheirismo, paciência e carinho.

À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

Agradeço aos meus orientadores Professor Dr. Geraldo da Silva Vilas Boas e Professor Dr. Fábio Carvalho Nunes pela confiança e oportunidade de estar envolvida nesse processo.

À Professora Jucélia Macedo Pacheco pela amizade.

Ao professor Jerônimo Cruz inúmeras vezes consultado, quando estive à frente da coordenação da Pós-Graduação em Geologia. O meu enorme agradecimento.

Ao professor Félix Faria pelas experiências do Tirocínio Docente.

Ao professor Abílio Bittencourt e sua compreensão em Seminários Gerais.

Ao secretário Nilton pela presteza ao cuidar de assuntos acadêmicos e administrativos.

Agradeço à Gileno Moreira pelas experiências de campo e laboratório, bem como pelas palavras de incentivo.

À Jackson Andrade, pelos trabalhos de campo e pela colaboração com mapas.

A empresa Copener Florestal (Bahia Pulp) pela liberação de áreas para o desenvolvimento desta pesquisa, bem como o apoio logístico.

Aos técnicos do Laboratório de Plasma, em especial, Mônica e Valdinéia pela colaboração.

Ao técnico do LAMUME, Tenilson Silva, pelo auxílio na execução das análises de minerais leves e elementos-traços na MEV e EDS.

À geóloga Fabiane Natividade pelo auxílio na identificação dos minerais leves.

À Flávia Melo Moreira pelas análises química e física de solo.

Ao professor Ronaldo Pedreira pela colaboração nas análises na UFRB.

RESUMO

O estudo dos minerais pode ser utilizado para avaliar processos pedogenéticos, tais como latolização, argiluviação e podzolização e, em alguns casos, pode solucionar problemas importantes. Nos Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte da Bahia materiais de origem sedimentar têm sido comumente confundidos com duripãs e fragipãs, por isso foram realizadas análises de litofácies do Grupo Barreiras que afloram na área, bem como de perfis de solos que apresentariam fragipãs. O estudo mostra que os minerais presentes em supostos fragipãs e em fácies do Grupo Barreiras são praticamente os mesmos, indicando um elo mineralógico. A presença de minerais instáveis e pouco estáveis compondo estruturas associadas que se assemelham a fragipãs indica que não são de origem pedogenética, uma vez que são incompatíveis com ambiente teórico de formação, que exigem condições de hidromorfia temporária, dissolução intensa de minerais e precipitação em subsuperfície de compostos silicoaluminosos ou aluminossilicosos. A análise das litofácies e dos minerais pesados auxiliaram na resolução da questão levantada inicialmente, contudo dos minerais leves não foi eficiente.

Palavras-chave: Grupo Barreiras, solos dos Tabuleiros Costeiros, Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS).

ABSTRACT

The study of minerals allows the evaluation of processes such as silica removal, argilluviation and podzolization, and is able to provide solutions for relevant issues. In the Coastal Tablelands located in the northern coast of the state of Bahia, Brazil, sedimentary-originated materials have been commonly mistaken for duripans e fragipans. For that reason, analysis of the Barreiras Group lithofacies have been performed in the area, as well as soil profiles which would present fragipans. The study demonstrates that the minerals present in supposed fragipans and in facies largely correspond to the minerals found in Barreiras Group, indicating a mineralogical link. The presence of unstable or less stable minerals which constitute associated structures similar to fragipans indicates that their origins are probably not pedogenetic, since these structures are incompatible with their theoretical environments of formation (which require temporary hydromorphic conditions, intense mineral dissolution and precipitation on subsurfaces of silicon-aluminous or aluminosilicate composites). The analysis of lithofacies and heavy metals assisted in resolving the initially raised issue, but the analysis of light metals was not able to provide further help.

Keywords: Grupo Barreiras, Coastal Tablelands soils, Scanning Electron Microscopy (SEM), Energy Dispersive Spectroscopy (EDS).

LISTA DAS FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática da origem deposicional do Grupo Barreiras	21
Figura 2. Esquema de evolução do do Grupo Barreiras	23
Figura 3. Mapa de localização da área de estudo	30
Figura 4. Trabalho de campo	34
Figura 5. Fluxograma sobre o tratamento das amostras I	35
Figura 6. Fluxograma sobre o tratamento das amostras II	36
Figura 7. Lâminas de minerais leves para análise em lupa binocular	37
Figura 8. Lâminas de minerais selecionados para análise em MEV e EDS	38
Figura 9. Conglomerado maciço sustentado por lama (Cmf)	42
Figura 10. Arenito lamoso conglomerático maciço (Alcm)	43
Figura 11. Arenito lamoso maciço (Alm)	44
Figura 12. Argilito maciço	44
Figura 13. Cambissolo háplico Tb Disdtrófico petroplíntico	48
Figura 14. . Frequência acumulada da granulometria do setor do horizonte Bix similar ao fragipã	50
Figura 15. Minerais pesados do perfil 1	52
Figura 16. Minerais leves do perfil 1	52
Figura 3.5.1 – 3. Uso atual – Plantação de eucalipto no tabuleiro	54
Figura 17. Minerais leves do perfil 1 em MEV e lupa binocular	54
Figura 18. Perfil 12 – Argissolo Amarelo Distrófico Típico	55
Figura 19. Difratogramas de raios-X da fração argila do horizonte BA ₁ do perfil P12	59
Figura 20. Difratogramas de raios-X da fração argila do horizonte BA ₁ do perfil P12	59
Figura 21. Difratogramas de raios-X da fração argila do horizonte C do perfil P12	60
Figura 22. Difratogramas de raios-X da fração argila do horizonte C do perfil P12	60

Figura 23. Frequência acumulada de granulometria do horizonte C similar ao fragipã.	61
Figura 24. Biotita do perfil 12	62
Figura 25. Fotos de minerais leves do perfil 12 em lupa binocular	62
Figura 26. Quartzo transparente do perfil 12 em fotografia da MEV e de lupa binocular	64
Figura 27. Perfil 10 – Neossolo litólico distrófico	65
Figura 28. Frequência acumulada da granulometria dos horizontes C ₁ e C ₂ , respectivamente	67
Figura 29. Biotita do perfil 10	68
Figura 30. Minerais leves do perfil 10	68
Figura 31. Quartzo do perfil 10 em MEV e lupa binocular	69

LISTA DAS TABELAS

Tabela 1. Caracterização física e química dos solos do Perfil 1.	50
Tabela 2. Caracterização física do solos do perfil 12	58
Tabela 3. Caracterização física e química dos solos do Perfil 10.	66

LISTA DOS QUADROS

Quadro 1. Descrição e dados de minerais leves	54
Quadro 2. Composição química do perfil 12 BA2 em EDS	64
Quadro 3. Análise química do perfil 10 em EDS	70

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	13
INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 2	15
REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 O GRUPO BARREIRAS: DISCUSSÃO SOBRE SUA GÊNESE E EVOLUÇÃO	16
2.1.1 ASPECTOS TECTÔNICOS E PALEOCLIMÁTICOS	18
2.2 AS COBERTURAS PEDOLÓGICAS DO GRUPO BARREIRAS	23
2.3 O ESTUDO DE SOLOS ATRAVÉS DOS MINERAIS LEVES E PESADOS	26
CAPÍTULO 3	29
A ÁREA DE ESTUDO	29
CAPÍTULO 4	32
METODOLOGIA DE ANÁLISE DA PESQUISA	32
4.1 TRABALHO DE CAMPO	32
4.1.1 AMOSTRAGEM	32
4.2 TRABALHO DE LABORATÓRIO	33
CAPÍTULO 5	38
RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1 MATERIAS DE ORIGEM	39
5.2 OS PERFIS DE SOLOS ANALISADOS	44
5.3 DISCUSSÃO	69
CAPÍTULO 6	72
CONSIDERAÇÕES FINAIS	72

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Os Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte da Bahia representam uma unidade geomorfológica de grande extensão territorial, desenvolvidos sobre os litotipos do Grupo Barreiras e resultante de diversos processos de sedimentação e dissecação relacionados às mudanças climáticas ocorridas no Quaternário (BRASIL, 1981).

Os Tabuleiros Costeiros apresentam complexos sistemas pedológicos, os quais carecem de melhor entendimento, o que justifica a realização de estudos genéticos. O estudo dos minerais pode ser utilizado para avaliar processos pedogenéticos e, em alguns casos, pode solucionar problemas importantes.

Os minerais podem ser utilizados como indicadores pedogênicos, como, por exemplo, no entendimento de estruturas associadas tipo horizontes dúricos, duripãs, fragipãs e duricrusts (NUNES *et al.*, 2013). Estudos realizados por Fortunato (2004) defendem que os horizontes cimentados do tipo duripãs e fragipãs representam feições mais ou menos degradadas de duricrusts, ou seja, seriam estruturas sedimentares confundidas com pedogenéticas.

Fortunato (2004) e Nunes (2011) estudaram várias secções geológicas procurando entender melhor os materiais de origem dos solos do Grupo Barreiras e comprovaram a existência de diferentes estruturas sedimentares, tais como estratificações e presença de canais. Contudo, em muitos casos não é possível identificar tais estruturas, em especial quando os materiais de

origem são oriundos de fluxos de lama. Nestes casos devem ser utilizadas outras metodologias ou técnicas (NUNES *et al.*, 2013).

No contexto supracitado, o estudo mais detalhado dos minerais em “pãs” pode oferecer respostas convincentes a respeito da origem não pedogenética, em especial quando identificados minerais instáveis. Isto porque os duripãs e fragipãs são de natureza iluvial, oriundos de processos pedogenéticos relacionados à instalação de hidromorfia temporária nos horizontes superficiais, degradação do plasma argiloso e precipitação em subsuperfície. Por isso, minerais pesados instáveis não poderiam estar presentes (NUNES *et al.*, 2013; MOREIRA, 2014).

Devido à importância e a necessidade de aprofundar o conhecimento das estruturas associadas dos solos do Grupo Barreiras, realizaram-se, em especial, estudos detalhados da mineralogia utilizando Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS).

CAPÍTULO 2

REVISÃO DE LITERATURA

Os sedimentos que compõem o Grupo Barreiras, de um modo geral, apresentam-se distribuídos ao longo da costa brasileira, especialmente do Estado do Rio de Janeiro até o Amapá, ocorrendo também em regiões de baixadas amazônicas (BIGARELLA; ANDRADE, 1964; MARBESOONE et al. 1972; MARTIN, et al. 1980; VILAS BOAS et al. 1996).

A evolução dos sedimentos Barreiras abarca dentre outros aspectos, os tectônicos e climáticos. Esses são responsáveis por criarem os ambientes nos quais se desenvolveram as unidades estratigráficas pesquisadas ao longo de milhares de anos. O estudo dos solos destas feições apresenta por vezes, estruturas associadas classificadas ora como oriundos de processos pedogenéticos, ora sedimentares. É nesse contexto, que o estudo mais detalhado das fácies sedimentares, da granulometria e das assembléias de minerais leves e pesados pode elucidar importantes questões.

Na concepção de Santos et al., por exemplo, os minerais pesados podem contribuir no estudos de proveniência e dispersão dos sedimentos, bem como na identificação de direção e transporte sedimentar. Por sua vez, Wu e Caetano-Chang (1992, p.6) complementam, ao afirmar que o estudo de minerais leves e pesados admite a identificação de assembléias mineralógicas, além de favorecer a caracterização genética e o conhecimento das áreas-fontes das unidades analisadas.

Sob esse enfoque, o capítulo que segue oferece uma revisão de literatura acerca dos principais eventos responsáveis pela gênese e evolução

dos depósitos correlacionáveis do Grupo Barreiras, sua relação com as principais coberturas pedológicas das áreas de Tabuleiros Costeiros e a relevância do estudo de minerais leves e pesados.

2.1 O Grupo Barreiras: discussão sobre sua gênese e evolução

De acordo com Arai (2006), o Grupo Barreiras representa uma cobertura sedimentar terrígena de origem continental e marinha. A idade desta feição geológica é atribuída ao espaço de tempo que varia do Mioceno ao Pleistoceno Inferior (BEZERRA, 1998; SUGUIO; NOGUEIRA, 1999; VILAS BOAS et al. 2001; BEZERRA et al. 2006).

O nome Barreiras foi utilizado inicialmente como identificação de uma feição geográfica, ainda na Carta de Caminha, para referir-se às grandes falésias observadas no litoral brasileiro e sedimentos terrígenos, esculpidos em mesas ou tabuleiros “formação das barreiras”, limitada por escarpas de cor branca e avermelhada (FORTUNATO, 2004; ARAI, 2006; MELO, 2008). Os aspectos fisiográficos desta formação se distinguiram na paisagem do Brasil por deparar aspectos geomorfológicos típicos desta unidade geológica.

A discussão acerca da nomenclatura apropriada aos sedimentos Barreiras iniciou-se com o termo “Série”, sendo em seguida sugerido o termo “Formação”. Estudos realizados por Bigarella e Andrade (1964), nas proximidades de Recife-PE e fundamentado nas observações de discordância erosiva dos sedimentos, propuseram utilizar o termo “Grupo” para abranger as formações Guararapes e Riacho Morno. A primeira é encontrada atualmente recobrando os topos de tabuleiros, enquanto que a segunda é encontrada nos vales dos rios.

No que se refere à sua composição, trabalhos desenvolvidos em diferentes unidades deste grupo, na região Nordeste do Brasil, demonstram uma formação clástica, diversificada, no geral incosolidada, maciça ou com estratificação pouco freqüente, de litologia variando de argilas a conglomerados (BIGARELA; ANDRADE, 1964; SALIM et al., 1974; MARTIN et al. 1980).

A ausência de registros fossilíferos é um fator que dificulta sobremaneira a datação dos sedimentos Barreiras. A incerteza quanto à correlação destes depósitos em diversas ocorrências litorâneas levou Matoso e Robertson (1959) a proporem a denominação “Formações Cenozóicas Indiferenciadas ou ainda Cenozóico Indiviso”. Martin, et al. (1980) relacionou o “Barreiras” do Estado da Bahia, com idade Pliocênica, destacando que tais sedimentos se dispõem na forma de tabuleiros, bordejando a costa e em alguns trechos chegam a configurar falésias vivas.

Essa Formação é distribuída por uma vasta área na região Nordeste, englobando assim vários estados dessa região, além, é claro, de estar presente também em outras regiões do país. Diversos estudos apontam e correlacionam os sedimentos encontrados em toda essa extensão, bem como os elementos morfológicos e estratigráficos correspondente de cada área, dando especificidades para cada local.

Nessa perspectiva, no Estado de Pernambuco, Bigarela e Andrade (1964) chamaram os sedimentos recentes de Formação Guararapes e Formação Riacho Morno, a terminação Grupo Barreiras. No Rio Grande do Norte, Campos e Silva (1965), Campos e Silva (1969) e Salim et al. (1974) estudaram duas formações sobrepostas à Riacho Morno, respectivamente,

Macaíba e Potengi. Por sua vez, Vilas Boas (1996) cita a Formação Sabiá como exemplo de sedimentação terciária em território baiano.

Arai (2006), destaca que a maior incidência desses depósitos presentes do litoral do Rio de Janeiro até a Foz do Amazonas foi propiciado por conta da baixa topografia de toda esta extensão territorial, a qual favoreceu o *onlap* para continente adentro. Entretanto, a faixa costeira do sudeste e sul do Brasil apresenta descontinuidades nos sedimentos Barreiras.

A procedência desses depósitos é predominantemente continental (SUGUIO e NOGUEIRA, 1999; VILAS BOAS et al., 2001; ROSSETTI; DOMINGUEZ, 2012) com pouca incidência de fósseis. Admite-se a influência fluvial em estudo realizado por Lima et al. 2006 ,o qual demonstra o caráter fluvial em fácies da região sul da Bahia , bem como marinha (ARAI, 2006). A origem marinha dos sedimentos Barreiras foi conferida por meio de pesquisas palinológicas, desenvolvidas no estado do Pará (ARAI, 2006) e, posteriormente, por outros pesquisadores (BEZERRA, et al. 2006; ROSSETTI, 2006).

2.1.1 Aspectos tectônicos e paleoclimáticos

No que se refere ao desenvolvimento das superfícies que compreendem o Grupo Barreiras no Litoral do Nordeste Brasileiro e, de modo particular, no litoral do Estado da Bahia, é possível reunir alguns importantes eventos de ordem tectônica e paleoclimática, os quais atuaram conjuntamente na configuração das paisagens atuais.

A partir dessa visão, King (1956), explicou o desenvolvimento da paisagem do Brasil oriental destacando suas diversas fases (ciclos) de

aplainamento como resultantes de soerguimentos epirogenéticos em diferentes ciclos. Os cinco principais níveis de aplainamento foram definidos como: superfície Gondwana do Cretáceo Inferior, pós-Gondwana de idade Cretácea Superior; Sul-Americana, entalhada no período Terciário Inferior e o Ciclo Velhas, desenvolvido a partir do Terciário Superior. Ao observar os aspectos morfológicos, relacionou-os com os processos de agradção e desnudação. As feições observadas permitiram a correlação do Ciclo Velhas com o Grupo Barreiras, no qual seria formado por uma sequência que envolve processo de desnudação atuando sobre uma fase anterior de agradção (Ciclo Sul-Americano).

Bigarella e Andrade (1964) fizeram correlações estratigráficas dos sedimentos Barreiras e a partir dessa interpretação dividiu-os em Formação Guararapes e Formação Riacho Morno. As fases de processo de deposição e erosão (Figura 1) representam a origem de deposição do modelado Barreiras, a partir do Plioceno/Pleistoceno. De acordo com Arai (2006), a unidade Barreiras Inferior é representada pela Formação Pirabas e sua origem é vinculada à transgressão marinha ocorrida no Mioceno. O início deste processo é marcado por um movimento epirogenético e, posteriormente, ocorrem os processos erosivos e deposicionais (Formação Riacho Morno).

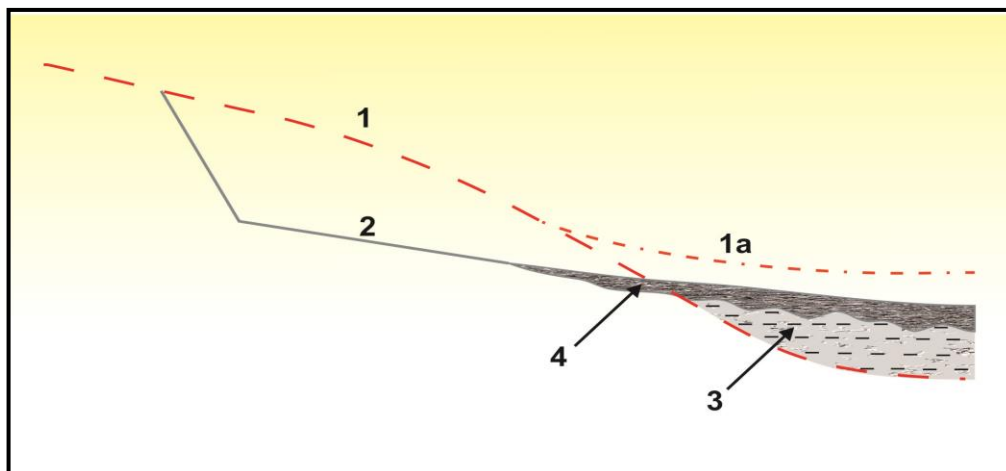


Figura 1. Representação esquemática da origem deposicional do Grupo Barreiras. O traçado 1-1a representa o perfil do pediplano Pd₂; o perfil 2 corresponde ao pediplano Pd₁ elaborado a partir da erosão do Pd₂. Os sedimentos 3 e 4 correspondem, respectivamente, às Formações Guararapes, relacionada ao Pd₂ e Riacho Morno ao Pd₁. Fonte: Bigarella e Andrade (1964), adaptado por Nunes (2011).

Além disso, Cesero e Ponte (1997) destacaram a Reativação Wealdiana, como o mais significativo evento de ordem tectônica na plataforma continental brasileira no início do Cretáceo. A separação do atual continente Americano da Costa Africana é visto como um dos responsáveis pela elaboração das superfícies costeiras. Outros autores relacionam esse evento à origem de diversas bacias sedimentares ao longo da costa atlântica, os quais seriam posteriormente completados por depósitos Cretáceos e Terciários.

Nessa sentido, Tricart e Silva (1968) descreveram que eventos ocorridos no Terciário, tais como a individualização da fossa das bacias Recôncavo-Tucano-Jatobá, em relação ao embasamento adjacente e acumulações detríticas importantes, contribuíram para o desenvolvimento de superfícies de aplainamento. Os autores defendem que a sedimentação Barreiras ocorreu do Mioceno até o Plioceno, e que as mudanças no padrão climático interferiram diretamente no padrão de deposição.

Por sua vez, Saadi (1993) e Costa Júnior (2008) relatam em seus estudos a epirogênese Terciária como aspecto determinante para o processo de sedimentação do Grupo Barreiras. Villas Boas et. al (2001), Suguio e Nogueira (1999) acrescentam que a deposição destes sedimentos foi fortemente influenciada pelo tectonismo intraplaca, que vem afetando a plataforma sul-americana desde o Mioceno Médio marcando o princípio da ação neotectônica no Brasil, além do tectonismo hidro e litoisostático e orogênese andina.

Nunes (2011) faz uma relação da sedimentação do Grupo Barreiras com superfícies de aplainamento, originadas pelo afastamento do continente africano e sul-americano, as quais sofreram influências das mudanças climáticas muito intensas do Cenozóico. O autor atribui a gênese do Barreiras à grande ciclicidade erosiva e deposicional, bem como às sucessivas superfícies de aplainamento geradas por pulsos de ordem tectônica e climática.

Além da ação tectônica para a configuração do modelado dos depósitos mais recentes na escala geológica, considera-se crucial os eventos de ordem climática. Do ponto de vista de Motti (1972), os paleoclimas representam importante marca nesse processo de sedimentação, visto que, a sequência de deposição deixada por períodos úmidos e secos se estende ao longo do Cretáceo. A alternância de ciclos glaciais e interglaciais mais precisamente no Quaternário, respectivamente responsáveis pela diminuição dos níveis totais de água nos oceanos e no processo de fusão, pelo aumento do nível do mar, juntos, correspondem aos dois processos mais significativos para a formação dos depósitos terrestres mais recentes.

Ao considerar os aspectos tectônicos e climáticos, Arai (2006) apresenta um modelo de evolução do Grupo Barreiras (Figura 2) que resulta da

combinação do soerguimento epirogenético pós-neogênico aliado à queda eustática. O autor citado ressalta que em períodos de mar baixo (Plioceno), os terrenos atuais eram mais esculpidos em função do maior poder erosivo. Mello (2008) relaciona as fases de pediplanação dos chamados sedimentos correlativos (Barreiras) às épocas glaciais.

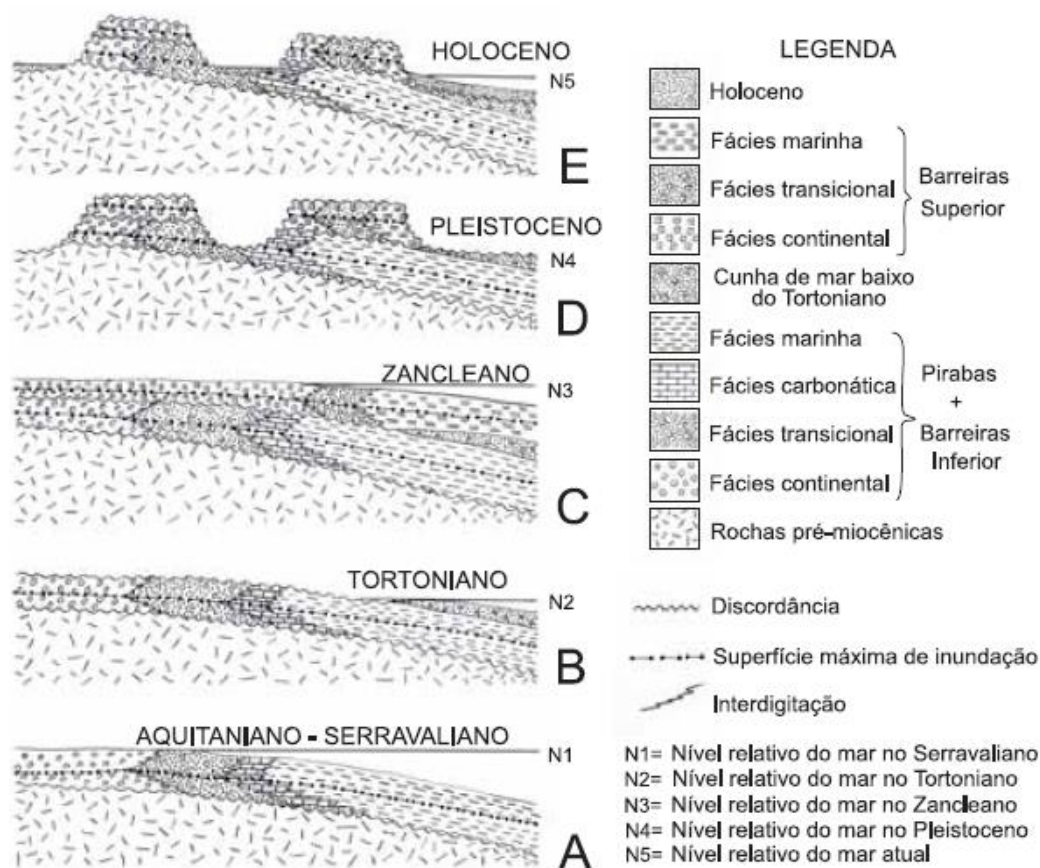


Figura 2. Esquema de evolução do Grupo Barreiras *lato sensu* na costa do Norte do Brasil. A. Sistema transgressivo do intervalo Aquitaniano – Burdigaliano e sistema de mar alto do intervalo Langhiano – Serravaliano. B. Sistema de mar baixo do Tortoniano; formação da Discordância Tortoniana. C. Sistemas transgressivo e de mar alto do Zancleano (Plioceno). D. Fase erosiva do máximo da regressão do Pleistoceno. E. Erosão e retrabalhamento dos sedimentos do Grupo Barreiras no Holoceno; sedimentação quaternária em forma de depósitos de praia e aluvião; as ocorrências residuais do Grupo Barreiras formam falésias e tabuleiros costeiros. Fonte: Arai (2006).

2.2 As coberturas pedológicas do Grupo Barreiras

De um modo geral, considera-se as características intrínsecas de um solo os elementos relacionados ao processo de gênese e evolução da paisagem no qual se encontra inserido. Nesse sentido, as coberturas pedológicas pertencentes ao Grupo Barreiras sofreram e continuam sendo submetidas às condições tectônicas e climáticas.

Nos sistemas pedológicos desenvolvidos sobre a unidade geomorfológica dos Tabuleiros Costeiros, desenvolvida sobre os sedimentos do Grupo Barreiras ocorrem predominantemente latossolos amarelos, Argissolos Amarelos e Espodossolos, contudo também podem ser encontrados Argissolos Acinzentados, Plintossolos, Neossolos Litólicos e Quartzarênicos (FORTUNATO, 2004; NUNES, 2005).

De acordo com Ribeiro (1998) em estudo sobre os latossolos amarelos (latossolos, podzólicos), sugere que sua gênese estaria relacionada com processos pedogenéticos, morfogenéticos e sedimentológicos, oriundos de eventos de ordem tectônica, das variações climáticas e dos momentos de transgressão e regressão marinha do Quaternário.

Em sua pesquisa sobre os processos de transformação latossolo-espodossolo no Grupo Barreiras, Ucha (2000) mostra que os solos arenosos podem ser abordados de distintas formas, a depender do sistema de classificação adotado, sendo possível chamá-los de areia quartzosa, podzol ou mesmo espodossolo.

Costa Júnior (2008) estudando as interações morfo-pedogenéticas dos sedimentos Barreiras, no Litoral Norte da Bahia, relacionou os perfis de latossolos e argissolos desenvolvidos nestas superfícies através do

empobrecimento superficial da argila, também chamado de processo de arenização, que ocorre devido ao transporte do material granulométrico mais fino (neste caso, a argila), em função de escoamento superficial em áreas de declive. Por outro lado, os latossolos mais comuns em terrenos planos, possuem um processo de arenização diferenciado deste supracitado. Atribui-se sua ocorrência possivelmente a processos pedogeoquímicos, a exemplo da ferrólise em que há a destruição das argilas dos horizontes superficiais.

O processo de destruição acentuada das argilas constitui um dos fatores responsáveis pelo processo de podzolização. Estudos apontam a influência do comportamento dos elementos químicos Si, Al e Fe na construção de horizontes coesos em diversas áreas, em especial nos Tabuleiros Costeiros. Apesar das limitações no conhecimento dos processos relacionados à evolução deste horizontes, vale destacar alguns fatores como: a iluviação das argilas, a presença de compostos húmicos e alternância de ciclos de umedecimento e secagem responsáveis pela condensação, entre outros (RIBEIRO, 1998; UCHA, 2000; FORTUNATO, 2004).

Os horizontes coesos correspondem a um aspecto típico dos solos de tabuleiros costeiros em todo o Nordeste e ocorrem associados aos latossolos e argissolos amarelos. De acordo com a EMBRAPA (2006), podem ser definidos como um estado de coesão apresentado quando o solo está seco, tornando-se friável quando o solo está úmido. Estudos ao longo do tempo buscam oferecer justificativas para a origem dos horizontes coesos. Apesar das divergências, Moreau et al. (2006), destaca a influência da argila no preenchimento de poros.

O caráter de coesão de um solo pode implicar problemas no uso agrícola das áreas dos Tabuleiros Costeiros, onde ocorrem de modo

significativo. Fortunato (2004) explicou a abrangência desse fenômeno em latossolos amarelos, argissolos amarelos e argissolos acinzentados, relacionando sua ocorrência às superfícies de relevo plano e suave ondulado. O fato de sua ocorrência dar-se abaixo do horizonte A, geralmente a partir de 20 cm de profundidade, dificulta o desenvolvimento de plantas. É possível encontrar nas coberturas pedológicas dos Tabuleiros Costeiros, outra feição peculiar, que são os horizontes ou camadas cimentadas. Ucha (2000) descreveu os horizontes cimentados atribuindo sua origem como iluvial. Os tipos mais comuns observados, fragipã e duripã, foram definidos segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). O fragipã é resultante de processo pedogenético e caracteriza-se como um horizonte mineral subsuperficial com uma espessura média de 10 cm, sendo bastante endurecido quando seco, mas apresenta quebracidade quando molhado. O duripã, por sua vez, possui um grau de cimentação maior que o fragipã e, conseqüentemente, maior dureza, sendo extremamente duro tanto em condições úmidas quanto secas.

Filizolla et al.(2001), com base em investigações anteriores, afirma que os fragipãs e duripãs do litoral brasileiro se assemelham a feições endurecidas de regiões áridas.

Fortunato (2004) apresentou uma proposta diferenciada acerca do material de origem de horizontes cimentados e sugere uma perspectiva de análise através das duricrostas. Estas representam densas unidades bastante endurecidas, das quais originaria grande parte dos solos estudados no Litoral Norte do Estado da Bahia. Os estudos realizados por Fortunato (2004) defende que os horizontes cimentados do tipo duripãs e fragipãs representam na realidade

feições mais ou menos degradadas de duricrustas, ou seja, seriam estruturas sedimentares confundidas com pedogenéticas.

Fortunato (2004) e Nunes (2011) estudaram várias secções geológicas procurando entender melhor os materiais de origem dos solos do Grupo Barreiras e comprovaram a existência de diferentes estruturas sedimentares, tais como estratificações e presença de canais. Contudo, em muitos casos não é possível identificar tais estruturas, em especial quando os materiais de origem são oriundos de fluxos de lama. Nestes casos devem ser utilizadas outras metodologias ou técnicas (NUNES *et al.*, 2013).

No contexto supracitado, o estudo mais detalhado dos minerais em “pãs” pode oferecer respostas convincentes a respeito da origem não pedogenética, em especial quando identificados minerais instáveis. Isto porque os duripãs e fragipãs são de natureza iluvial, oriundos de processos pedogenéticos relacionados à instalação de hidromorfia temporária nos horizontes superficiais, degradação do plasma argiloso e precipitação em subsuperfície, por isso minerais instáveis não poderiam estar presentes (NUNES *et al.*, 2013; MOREIRA, 2014).

2.3 O estudo de solos através dos minerais pesados e leves

O conhecimento da composição mineralógica dos sedimentos de um dado local oportuniza o melhor conhecimento das suas características deposicionais. Com isso, os estudos físicos e químicos de assembléias de minerais leves e pesados constituem ferramenta muito empregada em pesquisas de proveniência sedimentar.

Nesse sentido, a proveniência sedimentar é definida por Petijonh (1975) apud Barros (2006), como sendo as fontes dos quais os materiais detríticos sedimentares foram derivados. Deste modo, cada tipo de rocha tende a apresentar uma suíte distinta de minerais que lhe é característica. Vale acrescentar que tanto os minerais leves quanto os pesados podem oferecer dados sobre a origem dos sedimentos. Além disso, Barros (2006), afirma que muitas fontes e vários ciclos sedimentares podem estar envolvidos nos processos geradores dos sedimentos. Com isso, a integração de dados que elucidem a proveniência torna-se importante tanto no ponto de vista da composição química de elementos maiores como de elementos traços detríticos.

Quanto aos principais fatores que influenciam a preservação das espécies minerais e sua concentração no ciclo sedimentar, pode ser classificada por Santos e Gasparetto (2008) os processos atuantes no transporte e deposição dos sedimentos, a seleção física, a abrasão mecânica e a dissolução dos minerais. Por outro lado, a associação dos minerais pesados no ciclo sedimentar ocorre principalmente em função da resistência destes minerais ao intemperismo e a diagênese.

A incidência de minerais leves no ciclo sedimentar também ocorre seguindo os fatores principais de preservação supracitados. Quanto à resistência de minerais leves em solo, pode-se citar a presença do quartzo, como um dos mais abundantes da crosta terrestre e presente nos principais grupos de rocha. Dentre as características gerais do quartzo, as de cunho deposicional, como as variedades do quartzo detrítico, colocam em destaque as peculiaridades das diferentes variedades do grão em cada camada de

solo/sedimento, indicando as características originais das rochas matrizes (SUGUIO, 2003).

Os solos pesquisados no litoral Norte da Bahia, desenvolvidos sobre os Tabuleiros Costeiros possuem em comum a presença de cimentação subsuperficial, normalmente chamados de fragipãs e duripãs, que seriam em tese oriundos de processos pedogenética. Contudo, Fortunato (2004) e Nunes (2011) informam que fragipãs e duripãs são confundidos como estruturas sedimentais. A partir disso, novas questões surgem, nesse contexto, de compreender a gênese dos solos e esclarecer a sua origem pedogenética ou sedimentar de estruturas comumente denominadas de fragipãs e duripãs.

No intuito de trazer contribuições acerca desta discussão, Moreira (2014) ao trabalhar com minerais pesados nos Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte da Bahia, justificou que este estudo pode oferecer dados convincentes sobre a origem pedogenética, de modo particular com a evidência de minerais instáveis. Tal relação ocorre, pois os duripãs e os fragipãs advêm de natureza iluvial relacionadas ao processo de hidromorfia nos horizontes superficiais, degradação do plasma argiloso e precipitação em subsuperfície.

CAPÍTULO 3

A ÁREA DE ESTUDO

Os estudos foram desenvolvidos numa área de reflorestamento de eucalipto e em seu entorno, localizados no município de Entre Rios, Litoral Norte da Bahia (Figura 3). A fazenda Rio Negro, pertencente à Bahia Pulp, bem como áreas adjacentes, já serviram como palco para pesquisas anteriores do grupo de estudos dos Tabuleiros Costeiros, a exemplo de Ucha (2000), Nunes (2011), Moreira (2014) e Andrade (2014).

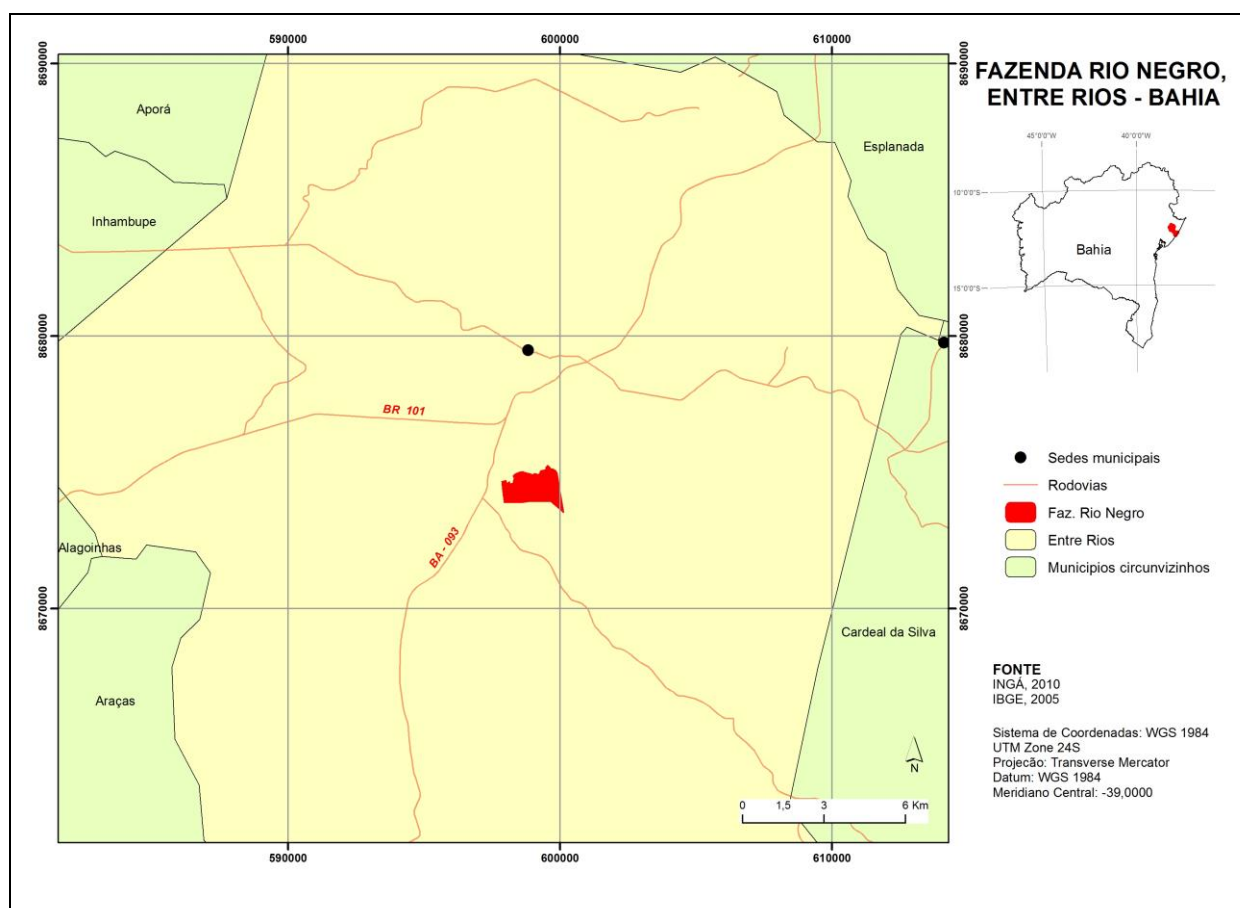


Figura 3: Mapa de localização da área de estudo

Os perfis estudados e suas respectivas coordenadas geográficas são: P1 - 11°59'27"S e 38°06'05"W; P10 - 11°59'11"S e 38°06'05"W; P12 - 11°59'22"S e 38°06'02"W.

A área de estudo está situada na Macrorregião Pluviométrica VIII do Estado da Bahia, com média do município de Entre Rios de 1554mm e concentração de chuva no período de outono/inverno, tendo uma média mensal acima de 100 mm em todos os meses do ano (SEI, 1998).

A geologia local é caracterizada pela predominância do Grupo Barreiras, no entanto, também é composta por litotipos do Supergrupo Bahia e sedimentos quaternários.

O Grupo Barreiras é formado por sedimentos siliclásticos (SUGUIO; NOGUEIRA, 1999; VILAS BOAS et al., 2001), de origem continental e marinha (ARAI, 2006), de idade compreendida entre o Mioceno inferior/médio e o Plioceno (VILAS BOAS et al., 2001; ARAI, 2006; ROSSETTI; DOMINGUEZ, 2012). O aspecto físico dos sedimentos é de um modo geral, amarelados ou amarelo-avermelhados, arenosos, maciços, possuindo algumas estratificações, sua granulometria varia de média a grossa com presença de seixos e grânulos e matriz argilosas.

O processo de sedimentação do Grupo Barreiras é decorrente de diversos fatores de caráter ambiental, tais como as mudanças climáticas, que tiveram como consequência as transgressões e regressões marinhas e ainda eventos de ordem tectônica (FORTUNATO, 2004).

A unidade geomorfológica predominante na área de estudo são os Tabuleiros Costeiros. Estes ocupam uma faixa descontínua próxima e paralela ao litoral e ocorrem desde o Amapá até o Rio de Janeiro, elaborados sobre os

sedimentos Terciários do Grupo Barreiras (MELO, 2008; SIQUEIRA et al., 2008). Conforme Mabesoone et al. (1972b), formam uma paisagem monótona de superfície regular, formada de colinas de topos planos, dissecada por vales.

Tricart e Silva (1968) relacionam as áreas planas dos Tabuleiros Costeiros à fase final de um grande processo de sedimentação, no qual as superfícies irregulares foram aplainadas através do preenchimento por sedimentos detríticos.

Segundo Fortunato (2004), é notável nos Tabuleiros Costeiros a presença de dois grandes sistemas pedológicos: o sistema relacionado aos interflúvios aplainados, onde ocorrem predominantemente Latossolos Amarelos e Argissolos Amarelos e, secundariamente, Espodossolos e Argissolos Acinzentados, e o sistema relacionado com os vales, onde predominam solos mais jovens, pouco profundos ou rasos, localmente erodidos, pedregosos, plínticos ou concrecionários, onde os processos pedogenéticos estão subordinados aos processos morfogenéticos atuantes.

Na área de estudo, os Argissolos Amarelos predominam nos topos dos Tabuleiros, sendo acompanhados pelos Espodossolos, enquanto que nas vertentes dominam Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos (NUNES, 2011).

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA DE TRABALHO DA PESQUISA

A metodologia aplicada nesta pesquisa visou analisar solos e sedimentos do Grupo Barreiras e, em especial, identificar os minerais constituintes através de microscópio petrográfico, microscópio eletrônico de varredura (MEV) e espectroscopia de energia dispersiva (EDS). Para a concretização dos objetivos esperados, executou-se:

- (I) Levantamento e análise de material bibliográfico, artigos, teses e dissertações, bem como análise de material cartográfico existente e de interesse para o desenvolvimento da pesquisa.
- (II) Seleção de locais de amostragem com a coleta das amostras em cortes de estradas e perfis de solos.
- (III) Preparação das amostras em laboratório, separação dos minerais pesados e leves;
- (IV) Elaboração de lâminas com minerais, caracterização e fotografias em lupa binocular e, posteriormente, análise no MEV e EDS;

4.1 Trabalhos de Campo

4.1.1 – Amostragem

As amostras foram obtidas a partir de perfis de solo e cortes de estrada localizados no município de Entre Rios-BA, mais especificamente na Fazenda Rio Negro, propriedade da Bahia Pulp. Foram realizados cinco trabalhos de campo (Figura 4) com o intuito de conhecimento da área, descrição de solos, sedimentos e coleta de amostras deformadas, conforme Santos *et al.* (2013).

Os perfis mais representativos para a pesquisa foram selecionados de acordo com a localização e características de cada, em função disto não há uma sequência numérica na apresentação de dados dos mesmos.



Figura 4: trabalho de campo

4.2 Trabalhos de Laboratório

A preparação das amostras foi realizada juntamente com Moreira (2014), no âmbito do desenvolvimento de seu trabalho de dissertação, no qual pesquisou os minerais pesados da área de estudo.

As amostras do tipo deformadas foram preparadas no Laboratório do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra Secas), as quais foram secas ao ar, destorroadas, moídas, homogeneizadas, quarteadas em peneira de malha de 2mm, a partir deste procedimento conseguiu-se a terra fina seca ao ar (TFSA), base para a realização de análises físicas, químicas e mineralógicas, de acordo com a metodologia da EMBRAPA (2011).

A síntese deste procedimento pode ser conferida na Figura 5.

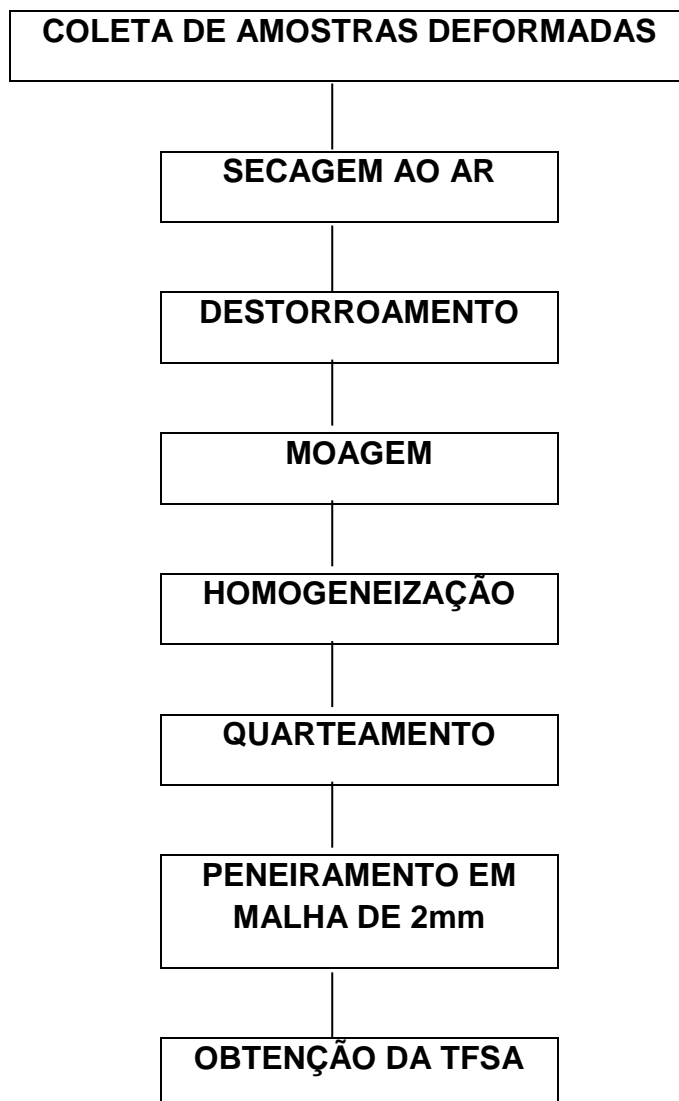


Figura 5. Fluxograma sobre o tratamento das amostras I.

A seleção dos minerais pesados e leves (Figura 6) ocorreu com o auxílio da bateia. Posteriormente, as amostras foram secas na estufa. Após a secagem houve separação magnética dos minerais através do Frantz.

Os minerais pesados foram separados dos minerais leves com o auxílio do bromofórmio, de acordo com SUGUIO (2003). Em seguida os minerais pesados foram analisados e fotografados em lâminas para serem analisados

na Microscópio de Varredura Eletrônica (MEV) e na Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS).

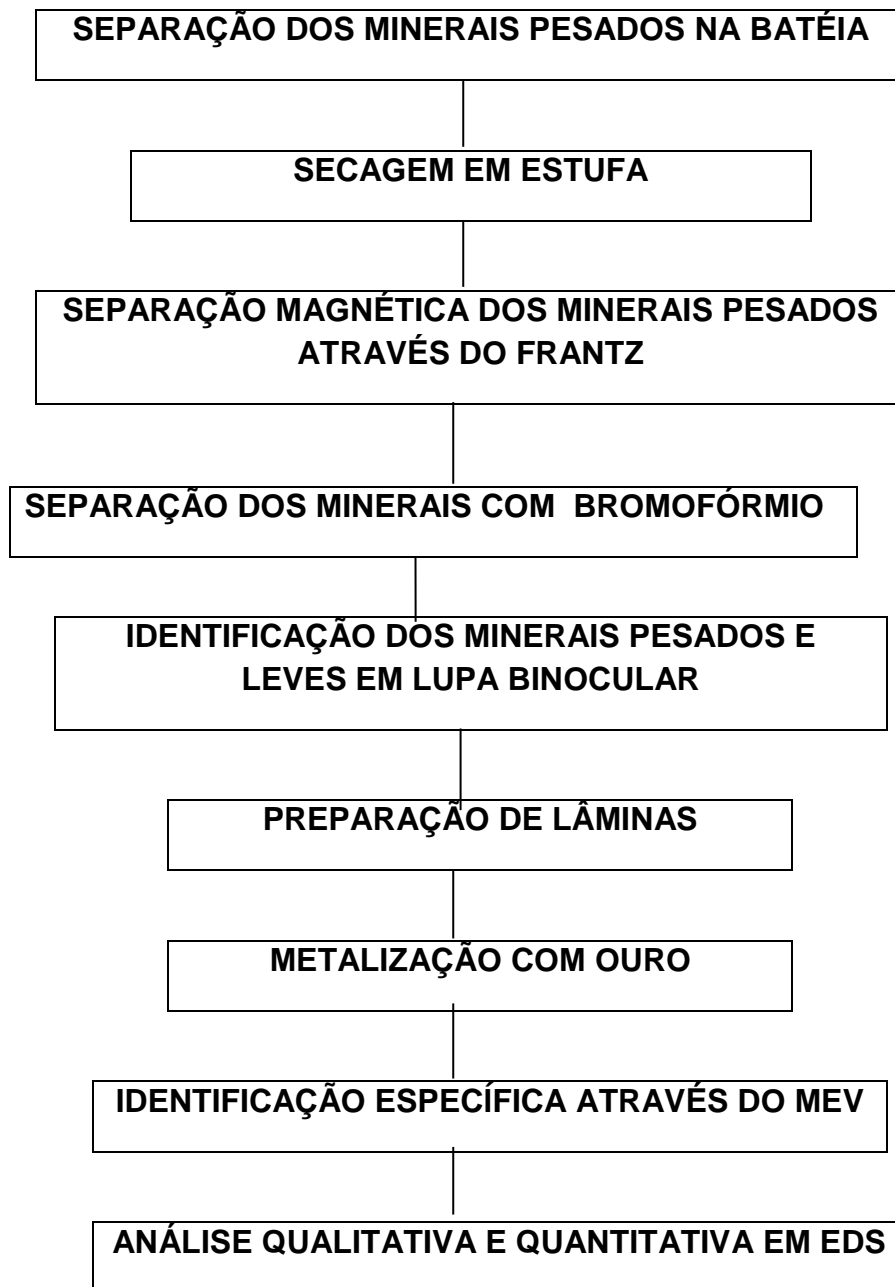


Figura 6. Fluxograma sobre o tratamento das amostras II.

As amostras de minerais leves foram avaliadas e fotografadas com o auxílio de uma lupa binocular. Além disso, foram selecionados minerais para a composição de lâminas de vidro contendo exemplares de cada horizonte de

solo. As amostras foram coladas na lâmina com o auxílio da fita de carbono. Ao final, obteve-se 18 lâminas (Figura 7). Tendo em vista a grande quantidade de amostras similares, fez-se uma seleção dentre os minerais leves mais relevantes das 18 lâminas e compôs uma única lâmina (Figura 8) com o intuito de ser avaliadas pela EDS e na MEV. As amostras dirigidas ao LAMUME (Laboratório Multiusuário de Varredura Eletrônica), no Instituto de Física Nuclear da UFBA, foram banhadas em ouro e, em seguida, o procedimento pôde oferecer uma melhor caracterização e detalhamento do aspecto visual, por meio do MEV e uma análise detalhada da sua composição química dada pelo EDS.

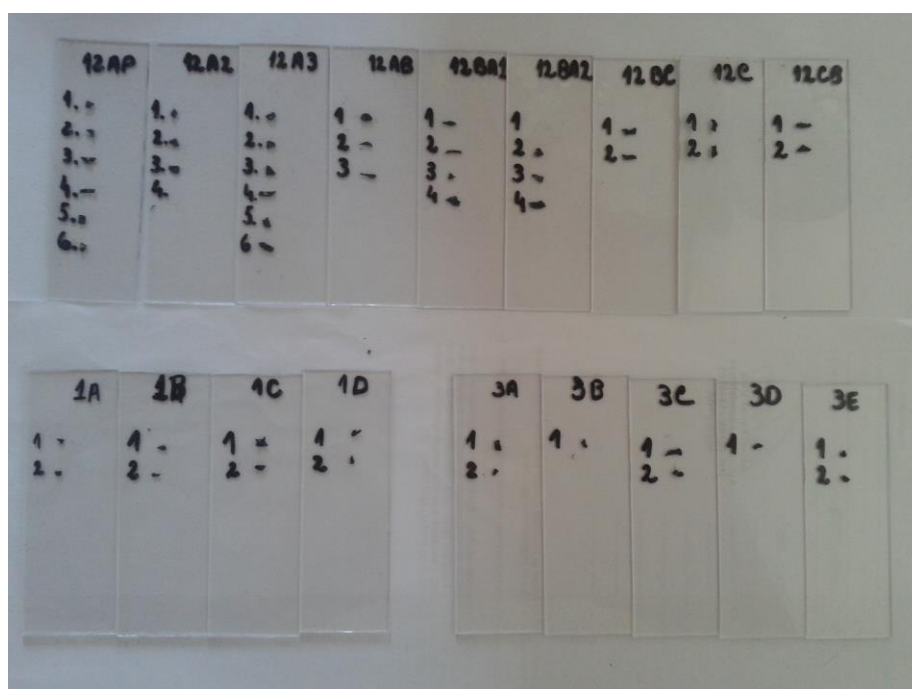


Figura 7. lâminas de minerais leves para análise em lupa binocular.



Figura 8. Lâmina de minerais selecionados para análise em MEV e EDS.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A unidade de topos que compreende os Tabuleiros Costeiros no Litoral Norte da Bahia é caracterizada por ser dura e resistente ao intemperismo. Esse fato ocorre por dificuldade de infiltração nessas áreas em decorrência do seu substrato rochoso. A maior infiltração acontece principalmente na época mais úmida do ano, onde a água infiltra lentamente e o solo fica mais tempo em contato com a água.

As condições de drenagem de um solo é um dos fatores relevantes no seu processo de desenvolvimento. No caso dos Tabuleiros Costeiros, a densidade dos perfis de solo é influenciada por conta da ação da argila e isto interfere de modo direto na sua porosidade.

À medida que as estruturas vão se formando e diferentes condições de absorção de água ocorrem em determinada área, o comportamento do solo também muda, uma vez que a argila “sofre” em períodos úmidos, pela saturação total. Com a destruição das argilas, decorrentes da umidade em excesso, ocorre o processo conhecido como hidromorfia temporária. Além da degradação das argilas, por conta do encharcamento do terreno, ocorre também a degradação dos óxidos como Fe, hematita, Fe₃, Fe₂. Como consequência, a concentração de areia torna-se maior nesses períodos ocorrendo o processo conhecido como arenização dos horizontes superficiais.

Um dos fatores que contribuem para o processo de hidromorfia temporária nos Tabuleiros Costeiros é a condição do relevo. Por conta do aplainamento comum destas áreas e grande pluviosidade, as condições

oxidantes durante o ano são maiores em função do escoamento das águas ocorrerem paulatinamente. Caso esta área fosse numa parte mais baixa da paisagem e em um período menos úmido, seria mais atuante a oxidação da matéria orgânica que por sua vez degradariam as argilas.

Levando em consideração os processos relevantes para uma melhor compreensão do comportamento dos solos dos Tabuleiros Costeiros, é que se destacam os seus principais aspectos no intuito de explicar a gênese do seu material. Para tanto, faz-se necessário caracterizar as principais estruturas e identificar as suas associações mineralógicas.

5.1 Materiais de Origem

O material de origem do grupo Barreiras é desenvolvido em solos com estruturas mais endurecidas em subsuperfície. Associado à tais características, tem-se os chamados duripãs, fragipãs e duricrusts, já estudadas por outros pesquisadores (NUNES *et al.*, 2013) e Fortunato (2004), o qual levantou a discussão que estas poderiam ser composições sedimentares confundidas com pedogenéticas e que o presente estudo almeja dar contribuições acerca disto .

Dentre os fatores que colaboram para a configuração das estruturas encontradas nos solos dos Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte da Bahia, pode-se citar o fluxo de detritos, responsável pela composição do material depositado, de forma mal distribuída, com tamanhos e/ou granulometria variadas como: calhaus, areia grossa, silte, etc. Esta composição favorece o adensamento natural das estruturas analisadas e possivelmente contribuem para a paisagem se manter firme, mesmo no contexto de glaciações, típicas do Grupo Barreiras.

Dentre as litofácies presentes em unidades do Grupo Barreiras, e em especial na área de estudo, pode-se destacar pelo menos quatro, as quais já foram identificadas e utilizadas em estudos anteriores (Nunes, 2011; Nunes *et al.* 2013 e Moreira, 2014), são elas: conglomerados maciços sustentados por lama (Cmf), arenitos lamosos conglomeráticos maciços (Alcm), arenitos lamosos maciços (Alm) e argilitos maciços (Agm).

Os conglomerados maciços sustentados por lama (Cmf) correspondem à matriz lamosa, combinada com caulinita, goethita e quartzo dos quais podem ser interpretados como uma base formada por sedimentos de diferentes tamanhos: seixos, calhaus arredondados, pouco retrabalhados, e espalhados eventualmente em sua matriz (Figura 9). Nunes *et al.*, 2013, apontam especialmente como base de sua composição o quartzo e nódulos ferruginosos.



Figura 9: Conglomerado maciço sustentado por lama (Cmf) - (1159'27"S e 38006'05"W). Fonte: Garcia, 2015

A partir de análises mais detalhadas dos minerais encontrados nessas estruturas, e com a utilização do microscópio eletrônico, foi possível identificar a presença de quartzo, feldspato, zircão esverdeado, titanita amarelada, granada amarelada e avermelhada, turmalina verde-claro, ilmenita e biotita. Além destes, identificou-se ainda o anatásio e a caulinita através da Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS).

Por sua vez, os arenitos lamosos conglomeráticos maciços (Alcm), caracterizam-se por sua feição amarelada, avermelhada e esbranquiçada, apresentando baixa maturidade textural e tendo em sua composição, areia do tipo quartzosa, variando de média a fina, e a presença de grânulos imersos e clastos brancos de caulinita (Figura 10). De acordo com Nunes *et al.*, 2013 suas litofácies mostra granodecrescência ascendente e geometria de canais com base erosional côncava para cima.



Figura 10. Arenito lamoso conglomerático maciço (Alcm) na parte superior da foto. As setas mostram os clastos brancos argilosos. – 11° 59'11"S e 38° 06'05"W. Fonte: Nunes, 2011

As fáceis dos arenitos lamosos maciços (Alm) apresentam-se com granulometria variando de fina a grossa, (Figura 11). Os grãos possuem uma características de angulosos a subarredondados, são mal selecionados, sua estrutura contém principalmente quartzo e a matriz, caulinita e “óxidos de ferro” (NUNES *et al.*, 2013).

Uma análise mais minuciosa nessa estrutura, por meio do microscópio eletrônico, permitiu apresentar os minerais que lhes são comuns: quartzo, zircão esverdeado, granada amarelada, turmalina verde-claro, biotita, granada amarelada e berilo. Através da EDS foi possível verificar ainda o anatásio e a caulinita.



Figura 11 Arenito lamoso maciço (Alm)

Os argilitos maciços (Agm) correspondem às estruturas com aparência acinzentada, avermelhada, amarelada e variada, com laminação plano-paralela difusa (Figura 12). Dentre os minerais verificados por meio do microscópio eletrônico, destacam-se o quartzo, a granada amarelada e avermelhada, a ilmenita, o zircão esverdeado, a turmalina verde-claro, o berilo e a biotita. Por meio de verificação mais precisa na EDS foi incluída também a caulinita e o anatásio.



Figura 12. Argilito maciço. - 11°46'47"S e 37°43'10"W. Fonte: Nunes, 2011.

Destacar o material de origem presentes em solos dos Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte da Bahia, é relevante pois, apresenta as principais características de gênese destas estruturas, uma vez que ao identificar os seus minerais, é possível traçar relações acerca do desenvolvimento do arcabouço estudado.

5.2 Os perfis de solos analisados

O perfil 1 foi classificado como Cambissolo Háplico Tb distrófico petroplúntico e se encontra localizado em encosta de Tabuleiro, a 158m de altitude, latitude $11^{\circ}59'28''\text{S}$ e longitude $38^{\circ}06'06''\text{W}$. O relevo é ondulado e o solo se formou a partir da alteração de conglomerados maciços sustentados por lama e sedimentos arenosos. Os atributos morfológicos do solo são expressos a seguir e foram descritos por Nunes (2011).

CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico petroplúntico, textura média, A moderado, fase Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas, relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO E COORDENADAS – Fazenda Rio Negro, Entre Rios, Bahia, latitude $11^{\circ}59'28''\text{S}$ e longitude $38^{\circ}06'06''\text{W}$.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Terço superior de vertente, 12% de declividade, sob Floresta Estacional Semidecidual Secundária.

ALTITUDE – 158 metros.

LITOLOGIA – conglomerados maciços sustentados por lama e sedimentos arenosos.

GEOLOGIA – Grupo Barreiras.

CRONOLOGIA – Tércio-quadernário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto de alteração de conglomerados maciços sustentados por lama e e sedimentos arenosos.

PEDREGOSIDADE – Pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Ondulado.

EROSÃO – Laminar ligeira.

DRENAGEM – Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas.

USO ATUAL - Floresta Estacional Semidecidual secundária.

CLIMA – Koppen - As; Thornthwaite e Mather - B1rA'a' (úmido).

DESCRITO e COLETADO POR – Fábio Carvalho Nunes.

A 0-10 cm, vermelho (2,5YR 4/8, úmido); franco-argiloarenosa; fraca pequena blocos subangulares com forte arredondamento e grãos simples; macia e solta, friável, não plástica, não pegajosa; transição plana e clara.

Bix 10-52 cm, vermelho (2,5YR 4/8, úmido); franco-argiloarenosa; fraca pequena blocos subangulares e setores moderadamente coesos, que se quebram em fragmentos angulosos com faces sedosas; macia e dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta.

2C₁ 52-96 cm, vermelho-claro (2,5YR 6/8, úmido); areia; grãos simples e fraca pequena blocos subangulares; solta e macia, solta e friável, não plástica, não pegajosa; transição plana e abrupta.

2C₂ 96-145 cm, amarelo-avermelhado (5YR 7/6, úmido), mancha abundante média distinta amarela (10YR 7/6 e 10YR 7/8, úmido), amarela-avermelhada

(7,5YR 6/8, úmido) e bruna-muito-clara-acinzentada (10YR 8/3, úmido); areia; grãos simples; solta, não plástica, não pegajosa; transição plana e clara.

2C₃ 145-198 cm, amarelo (10YR 7/8, úmido), mancha média comum distinta bruna-muito-clara (10YR 3/3, úmido) e bruna-escura (10YR 6/3, úmido); areia; grãos simples; solta, não plástica, não pegajosa; transição plana e clara.

2C₄ 198-220 cm+, amarelo (10YR 8/6, úmido) e bruno-claro-acinzentado (10YR 3/3, úmido); areia; grãos simples; solta, não plástica e não pegajosa.

RAÍZES:

- Abundantes, finas, nos horizontes A e Bix, comuns no horizonte 2C₂ e poucas no horizonte 2C₁.

OBSERVAÇÕES:

- O horizonte A apresenta litorrelíquias ferruginosas pequenas, de cor vermelho (2,5YR 4/8) e amarelo-avermelhado (7,5YR 6/8). Nota-se no horizonte A pequenas crotovinas.

- No horizonte Bix aparecem alguns fragmentos de quartzo (0,5 a 1cm) arredondados, litorrelíquias ferruginosas pequenas (2 a 3mm) e grandes (5 a 10cm) alterando-se em materiais avermelhados e amarelados e alguns elementos coesos, que quando quebrados apresentam aspectos semelhantes às litorrelíquias. Neste horizonte nota-se pequenas crotovinas de 2 a 4cm.

- O horizonte 2C₁ apresenta uma linha de pedra pouco compacta, constituída por fragmentos de quartzo mal selecionados, subarredondados, de tamanhos diversos (0,5 a 4 cm), a maioria bastante alterados, que liberam um material arenoso esbranquiçado e alguns fragmentos de elementos ferruginosos. As pedras mais preservadas apresentam núcleo esbranquiçado, constituído de grãos grosseiros de quartzo e as pedras em maior estágio de degradação

possuem núcleo amarelo (10YR6/8, seco) gradando externamente para amarelo-brunado (10YR 7/8, seco) e vermelho (10R 4/6, seco); estão também sendo envolvidas por materiais ferruginosos que percolam pelas fraturas e porosidade intergrãos.

- O horizonte 2C₂ apresenta algumas litorrelíquias ferruginosas irregulares de coloração avermelhada (10YR 7/6, úmido). As manchas são provenientes da alteração dos sedimentos.



Figura 13: Cambissolo Háplico Tb Distrófico petroplântico.

As análises granulométricas e químicas confirmam que Perfil 1 pode ser enquadrado como de textura média e distrófico, conforme Tabela 1. Pode-se observar na descrição morfológica que o solo apresenta sequência de horizontes A, Bix, 2C₁, 2C₂, 2C₃ e 2C₄, contudo no Bix aparecem fragmentos

de estruturas associadas que se assemelham a fragipãs. Perguntou-se, por isso, se essas estruturas associadas representariam fragipãs em degradação, devido a mudanças ocorridas na paisagem.

Caracterização física dos solos do Perfil 1.

Horiz	Prof. (cm)	Composição granulométrica em g/kg				Argila dispersa g/kg	Floculação g/100g	%Silte %Argila	Densidade g/cm ³		Porosidade Natural dm ³ dm ⁻³
		AG	AF	S	A				Real	Aparente	
P1 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico petroplúntico											
A	0-10	360	320	70	250	170	32	0,28	2,60	1,38	0,47
Bix	10-52	340	270	80	310	210	35	0,25	2,62	1,40	0,47
2CB	52-96	550	340	40	70	0	100	0,57	2,90	1,78	0,39
2C ₁	96-145	670	220	30	80	0	100	0,37	2,93	1,82	0,38
2C ₂	145-198	570	340	20	70	0	100	0,28	2,90	1,88	0,35
2C ₃	198-220+	700	220	20	60	0	100	0,33	2,90	1,85	0,37

AG- Areia grossa; AF- Areia fina; S- Silte; A- Argila; a- Setor amarelo; b- Setor branco.

Caracterização química dos solos.

Horiz	Prof. (cm)	pH		Complexo sortivo (cmol _c /kg)								V %	m %	C g/kg	M.O. g/kg	N g/kg	C/N
		H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H ⁺	T						
P1 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico petroplúntico																	
A	0-10	5,2	4,8	0,6	0,4	0,04	0,02	1,06	0,7	2,3	4,6	26	40	9,7	16,72	0,8	12
Bix	10-52	5,0	4,7	0,2	0,1	0,02	0,01	0,33	0,9	1,4	2,63	13	73	6,8	11,72	0,6	11
2CB	52-96	4,6	4,2	0,5	0	0,01	0,01	0,52	0,4	0,8	1,72	30	43	1,1	1,89	0,1	11
2C ₁	96-145	4,7	4,3	0,5	0	0,01	0,01	0,52	0,2	0,8	1,52	34	28	3	5,17	0,3	10
2C ₂	145-198	4,7	4,2	0,3	0,1	0,01	0,02	0,43	0,2	1,1	1,73	25	32	0,6	1,03	0,1	6
2C ₃	198-220+	5,2	4,8	0,2	0,2	0,03	0,04	0,47	0,2	0,8	1,47	32	30	0,5	0,86	0,1	5

As análises das diferentes litofácies que compõem o Grupo Barreiras na área de estudo, bem como comparações com as descrições realizadas por Fortunato (2004) e Nunes (2011) na região levaram a cogitar que as estruturas associadas supracitadas são conglomerados maciços em estágio avançado de intemperização.

No perfil estudado também se observa uma linha de pedra que separa o horizonte Bix do 2C₁, a qual seria uma evidência associada à intemperização do conglomerado. Os estudos realizados por Nunes (2011) comprovam que a linha de pedra é oriunda intemperizado do conglomerado.

Outra evidência que corrobora para relacionar as estruturas associadas supracitadas aos conglomerados maciços é o gráfico da frequência acumulada da granulometria do setor do horizonte Bix similar ao fragipã. Segundo Visher (1969), o gráfico apresenta o padrão de sedimentos que foram depositados em condições de fluxos de detritos.

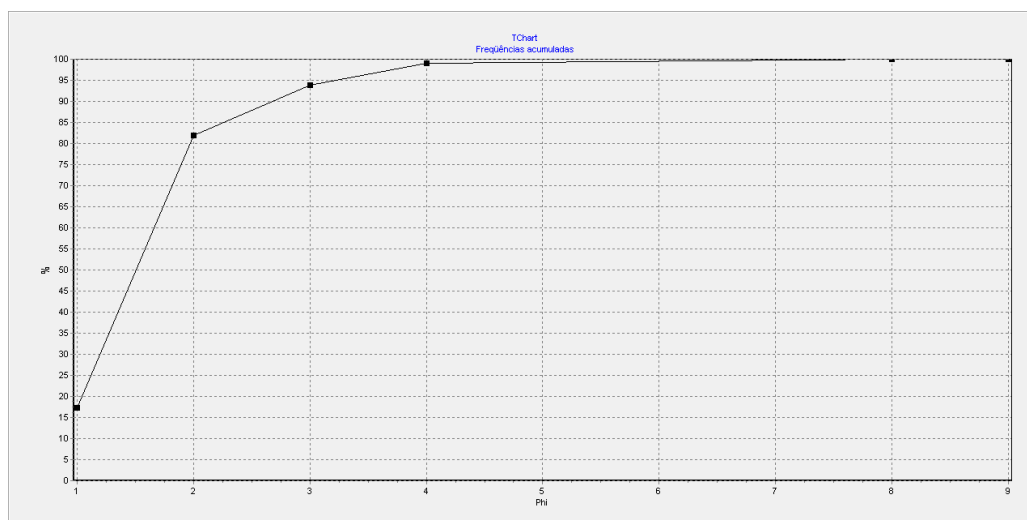


Figura 14. Frequência acumulada da granulometria do setor do horizonte Bix similar ao fragipã.

O estudo dos minerais pesados também sugere que não se trata de um fragipã em degradação, uma vez que a titanita e a biotita foram identificadas na estrutura associada, o que é incoerente com o modelo conceitual de formação. Os

outros minerais pesados encontrados foram turmalina verde-claro, granada amarelada e avermelhada, zircão esverdeado e ilmenita (MOREIRA, 2014).

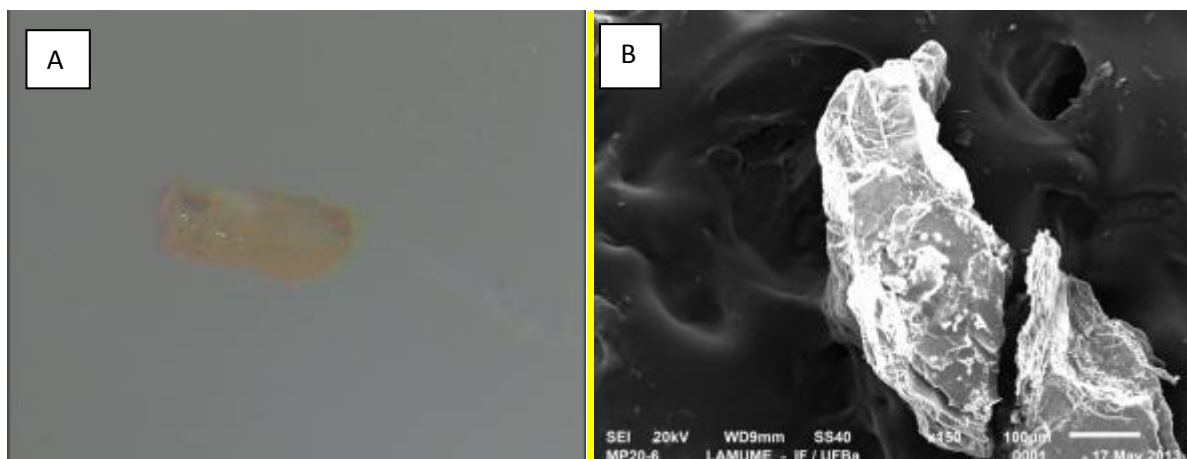
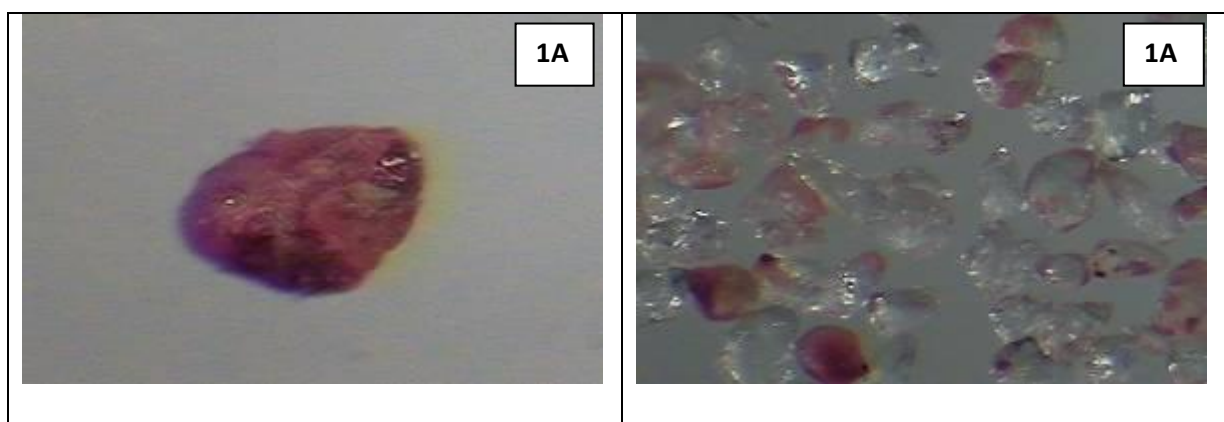


Figura 15: minerais pesados do perfil 1 - A –Titanita; B - Biotita

O estudo dos minerais leves não foi esclarecedor, pois só foram detectados quartzos em tons rosa, por consequência do óxido de ferro, em sua maioria. Os minerais apresentam-se angulares e subangulares. Uma característica peculiar do horizonte analisado é a presença de concreções de coloração rosa, (Figura 16) que podem ser confundidas com fragmentos de mineral no tamanho areia ou superior, no entanto se desmancham com facilidade quando manuseados.



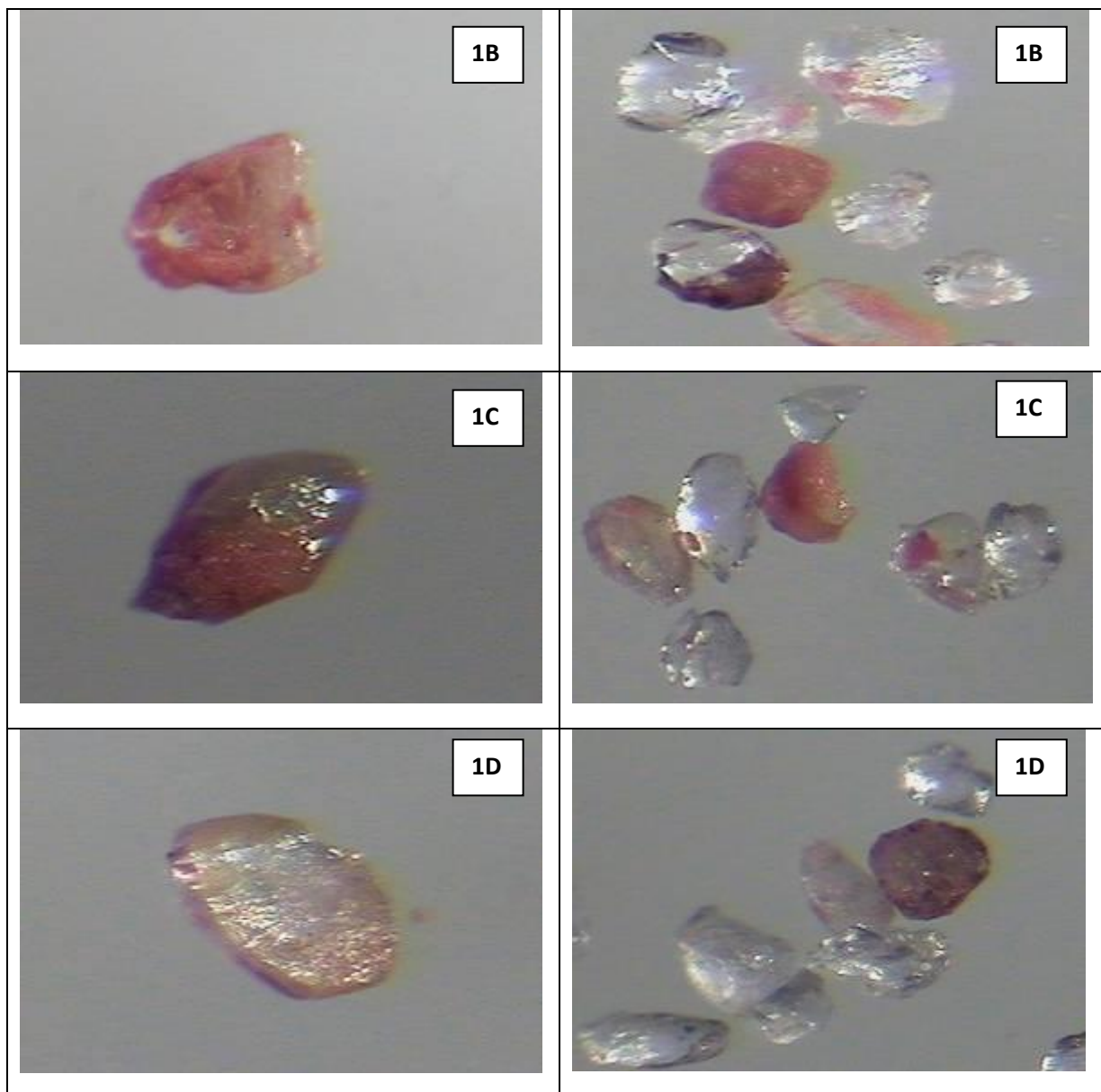


Figura 16: Minerais leves do perfil 1 - 1A- concreção rosa/ quartzos rosas e transparentes; 1B- quartzo rosa sub-angular/ quartzos rosas e transparentes; 1C – quartzo rosa claro angular/ quartzos transparentes angulares.

Por meio das análises do Microscópio eletrônico de Varredura (MEV), juntamente com as imagens da lupa binocular, é possível traçar uma caracterização a partir da disposição no perfil, mineralogia, cor e aspectos geométricos (quadro 1).

Quadro 1: descrição e dados de minerais leves

Perfil	Mineral	Cor	Forma	Brilho
1A	Quartzo	Rosa	Sub-anguloso	Resinoso
1C	Feldspato	Rosa	Anguloso	Vítreo
10 C	Quartzo	Transparente	Anguloso	Vítreo
12BA2	Quartzo	Transparente		Vítreo

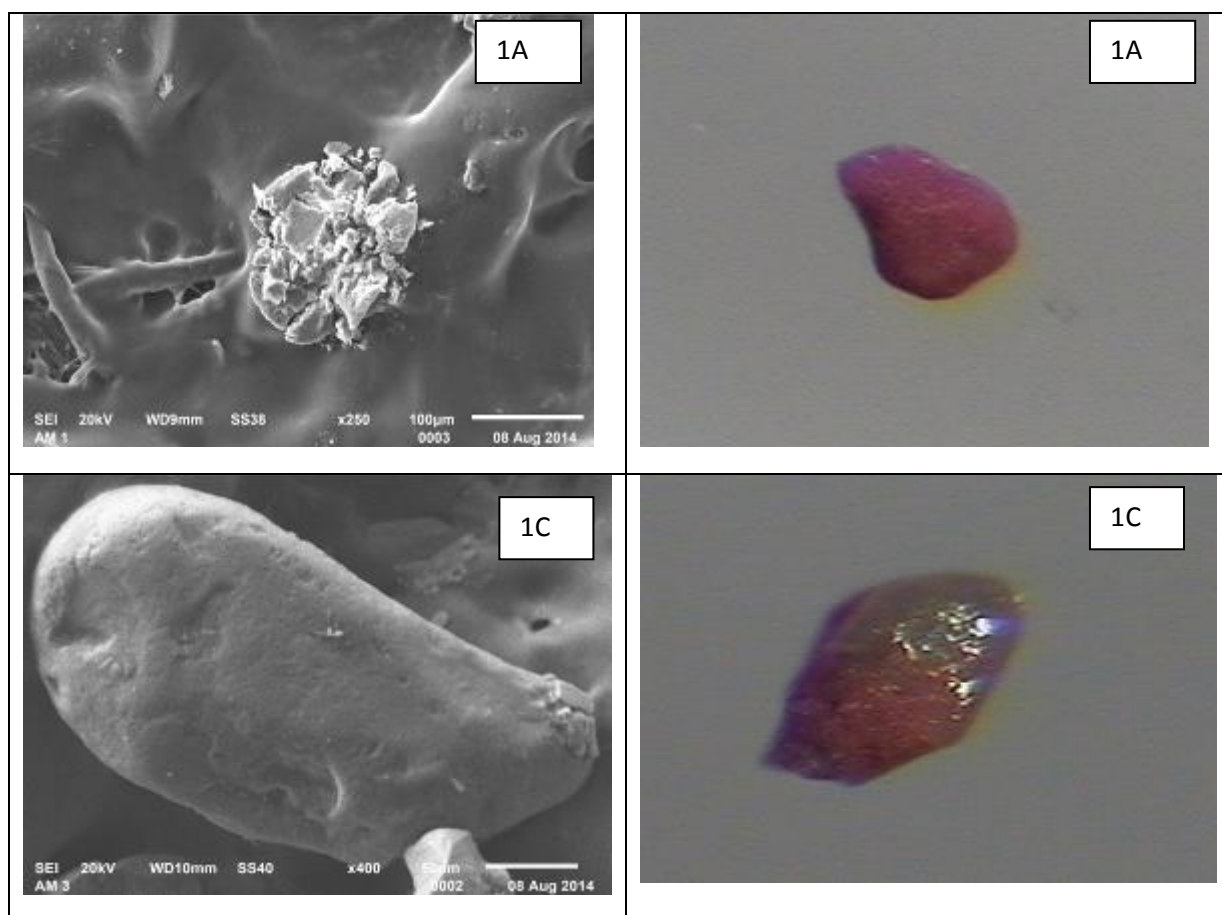


Figura 17: minerais leves do P1 em MEV e Lupa binocular

Os resultados adquiridos por meio do uso do EDS e do MEV correspondem à composição estimada dos minerais selecionados. Com isso, é possível confirmar ou retificar a identificação de cada um deles realizada inicialmente por meio da lupa binocular. A sequência apresentada mostra uma grande quantidade de quartzos e apenas um feldspato. As composições químicas da sequência estão no anexo deste trabalho.

O perfil 12 foi classificado como de tabuleiro, a 180m de altitude, latitude 11°59'22"S e longitude 38°06'02"W. O relevo é plano e o solo se formou a partir da alteração de arenitos lamosos. Os atributos morfológicos do solo são expressos a seguir.



Figura 18. Perfil 12 - Argissolo Amarelo Distrocoeso típico.

CLASSIFICAÇÃO – ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso típico, textura arenosa/média, A moderado, fase Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas, relevo plano.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO E COORDENADAS – Fazenda Rio Negro, Entre Rios, Bahia, latitude 11°59'22"S e longitude 38°06'02"W.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Topo do relevo, menos de 1% de declividade, sob Floresta de Eucalipto.

ALTITUDE – 180 metros.

LITOLOGIA – Sedimentos areno-argilosos.

GEOLOGIA – Grupo Barreiras.

CRONOLOGIA – Tércio-quaternário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto de alteração de arenitos lamosos.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Plano.

EROSÃO – Laminar ligeira.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas.

USO ATUAL - Floresta de Eucalipto.

CLIMA – Koppen - As; Thornthwaite e Mather - B1rA'a' (úmido).

DESCRITO e COLETADO POR – Fábio Carvalho Nunes.

Ap₁ 0-8cm, bruno (10YR 5/3, úmido); areia; grãos simples e fraca pequena blocos subangulares; solta e macia, solta e friável, não plástica, não pegajosa; transição plana e clara.

A₂ 8-24cm, bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, úmido); areia; fraca pequena blocos subangulares; macia, friável, não plástica, não pegajosa; transição plana e clara.

A₃ 24-46cm, amarelo (10YR 7/6, úmido); areia-franca; fraca pequena blocos subangulares; macia, friável, não plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

ABx 46-67cm, amarelo (10YR 8/6, úmido); franco-arenosa; maciça porosa e fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente dura e macia, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.

Btx₁ 67-128cm, amarelo (10YR 8/6, úmido); franco-argiloarenosa; moderadamente coesa; dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.

Btx₂ 128-165cm, amarelo-avermelhado (7.5YR 7/6, úmido); franco-argiloarenosa; moderadamente coesa e maciça porosa; dura e ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.

BC 165-210cm, amarelo-avermelhado (7.5YR 7/6, úmido); franco-argiloarenosa; maciça porosa e forte pequena granular; ligeiramente dura e macia, friável e muito friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

C₁ 210-245cm, amarelo-avermelhado (7.5YR 7/6, úmido); franco-argiloarenosa; maciça porosa e forte pequena granular; ligeiramente dura e macia, friável e muito friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

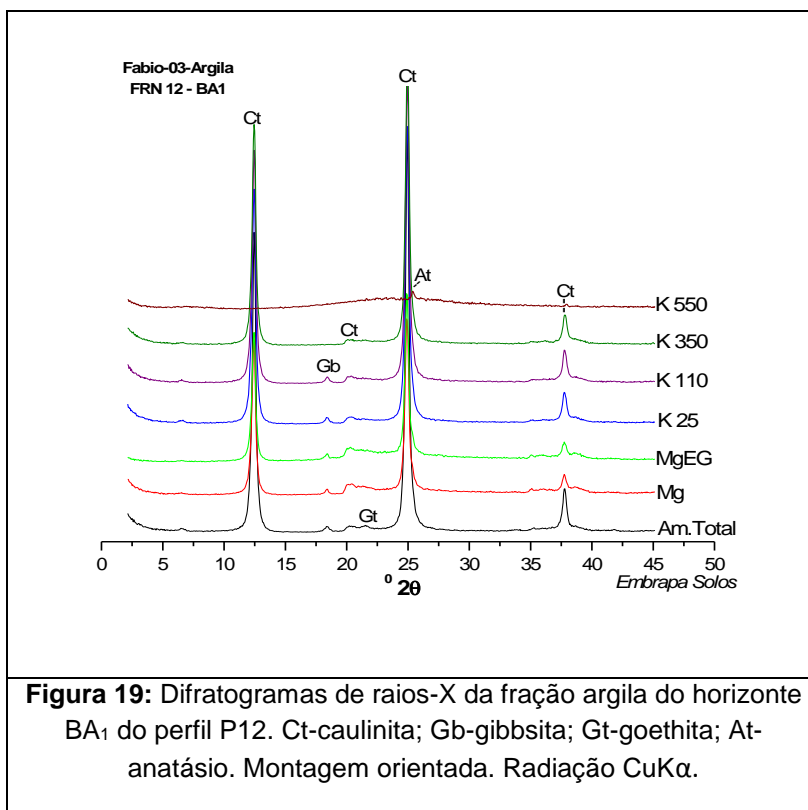
C₂ 245-300cm+, amarelo-avermelhado (7.5YR 7/6, úmido); franco-argiloarenosa; maciça porosa e forte pequena granular; ligeiramente dura e macia, friável e muito friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa.

As análises granulométricas e mineralógicas (DRX) confirmam que Perfil 12 pode ser enquadrado como de textura arenosa/média e distrófico, conforme Tabela 2 e Figuras 19 a 22. Pode-se observar na descrição morfológica que o solo apresenta sequência de horizontes Ap₁, A₂, A₃, ABx, Btx₁, Btx₂, BC, CB e C, contudo nos horizontes BC, CB e C aparecem fragmentos de estruturas associadas que se assemelham a fragipãs. Perguntou-se, por isso, se essas estruturas associadas representariam realmente fragipãs.

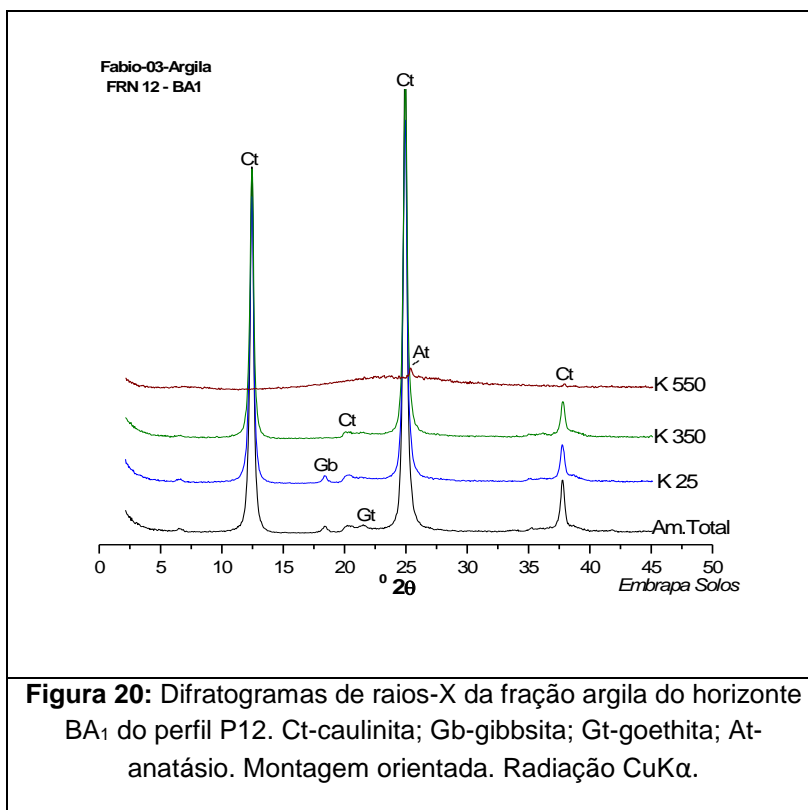
Caracterização física dos solos perfil 12.

Horiz	Prof. (cm)	Composição granulométrica em g/kg				Argila dispersa g/kg	Floculação g/100g	%Silte %Argila	Densidade		Porosidade Natural dm ³ dm ⁻³
		AG	AF	S	A				Real	Aparente	
P12 - ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso típico											
Ap ₁	0-8	500	310	80	110	40	96	0,7	-	-	-
A ₂	8-24	530	280	90	100	60	94	0,9	-	-	-
A ₃	24-46	380	330	40	250	180	82	0,16	-	-	-
ABx	46-67	340	280	40	340	160	84	0,11	-	-	-
Btx ₁	67-128	330	260	30	380	0	100	0,07	-	-	-
Btx ₂	128-165	410	250	20	320	0	100	0,06	-	-	-
BC	165-210	390	240	60	310	0	100	0,19	-	-	-
CB	210-245	320	290	90	300	0	100	0,3	-	-	-
C	245-300+	360	240	40	360	0	100	0,11	-	-	-

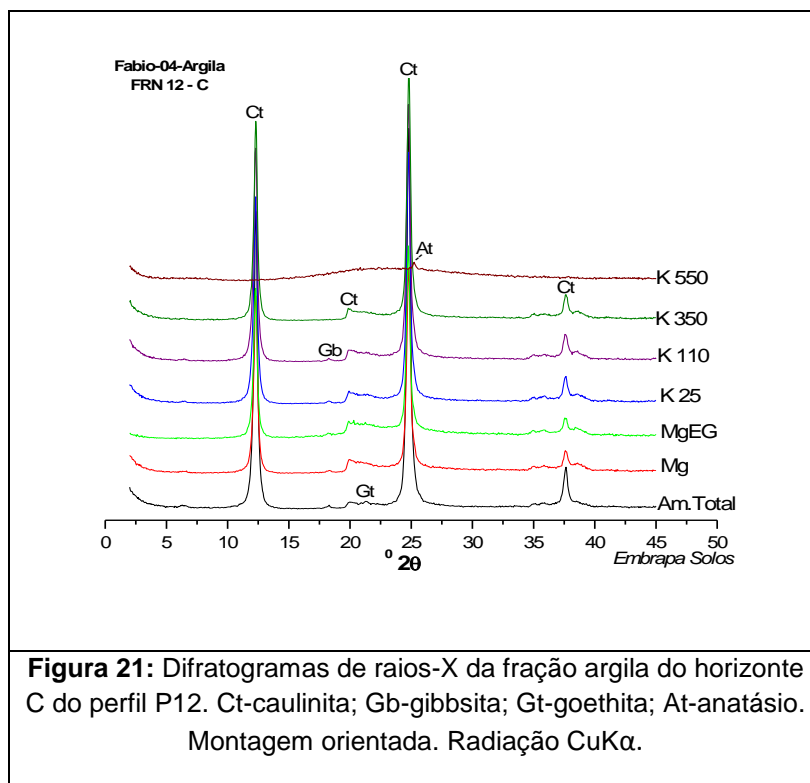
AG- Areia grossa; AF- Areia fina; S- Silte; A- Argila.



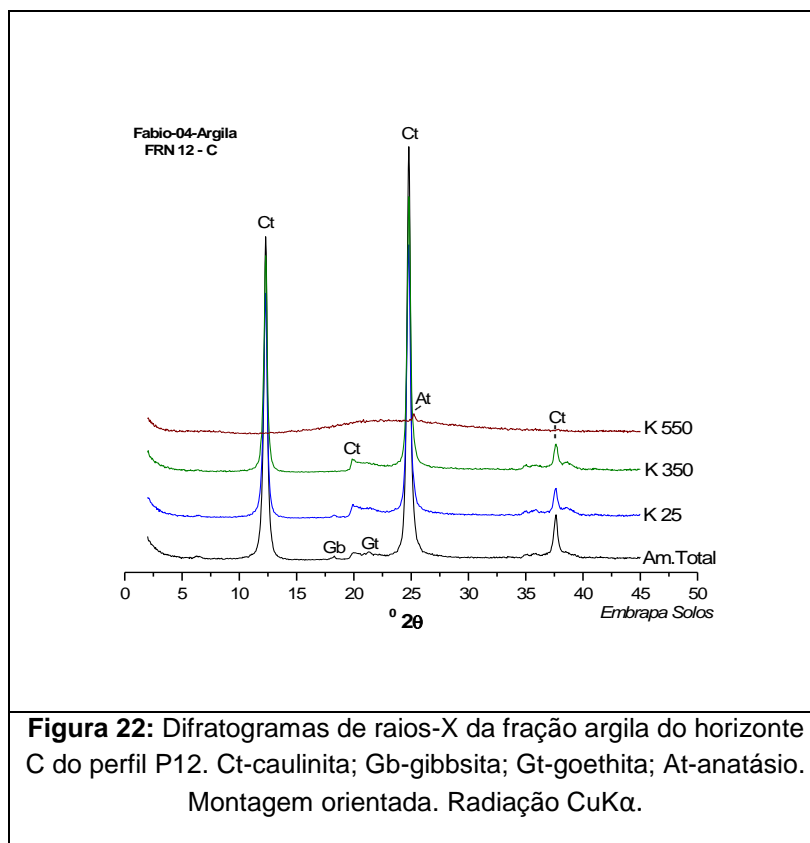
P12 - BA₁ - Ct>>> Gb> Gt> At.



P12 - BA₁ - Ct>>> Gb> Gt> At.



P12 - C - Ct>>> Gt> Gb> At



P12 - C - Ct>>> Gt> Gb> At.

As análises das litofácies que compõem o Grupo Barreiras na área de estudo, bem como comparações com as descrições realizadas por Fortunato (2004) e Nunes (2011) na região também levaram a cogitar que as estruturas associadas supracitadas são arenitos lamosos em degradação, o que foi defendido por Nunes (2011). É importante sinalizar o mapeamento realizado pela Copener Florestal que informa a presença de fragipã nesse setor da paisagem.

O gráfico da frequência acumulada da granulometria do horizonte C apresenta o padrão de sedimentos que foram depositados em condições de fluxos de detritos, segundo Visher (1969) (Figura 23), o que é uma evidência que se trata do material de origem dos solos e não um fragipã.

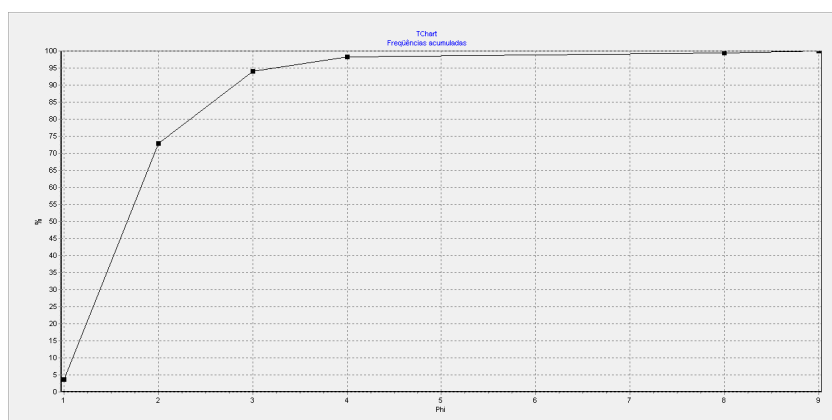


Figura 23. Frequência acumulada da granulometria do horizonte C similar ao fragipã.

O estudo dos minerais pesados também sugere que não se trata de um fragipã, uma vez que a biotita foi identificada no horizonte enquadrado com BC. Os outros minerais pesados encontrados foram turmalina verde-claro, granada amarelada e avermelhada, zircão esverdeado e ilmenita (MOREIRA, 2014).

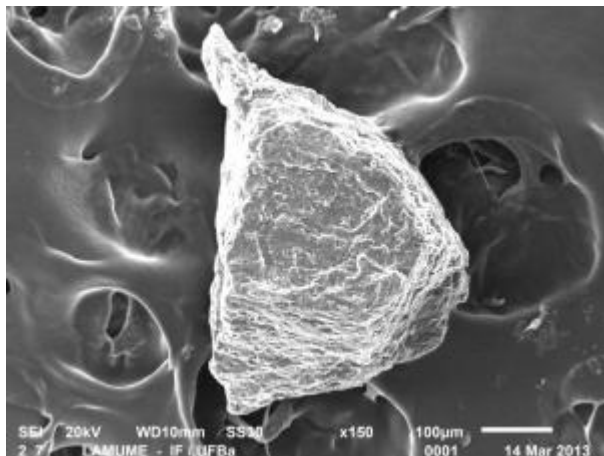
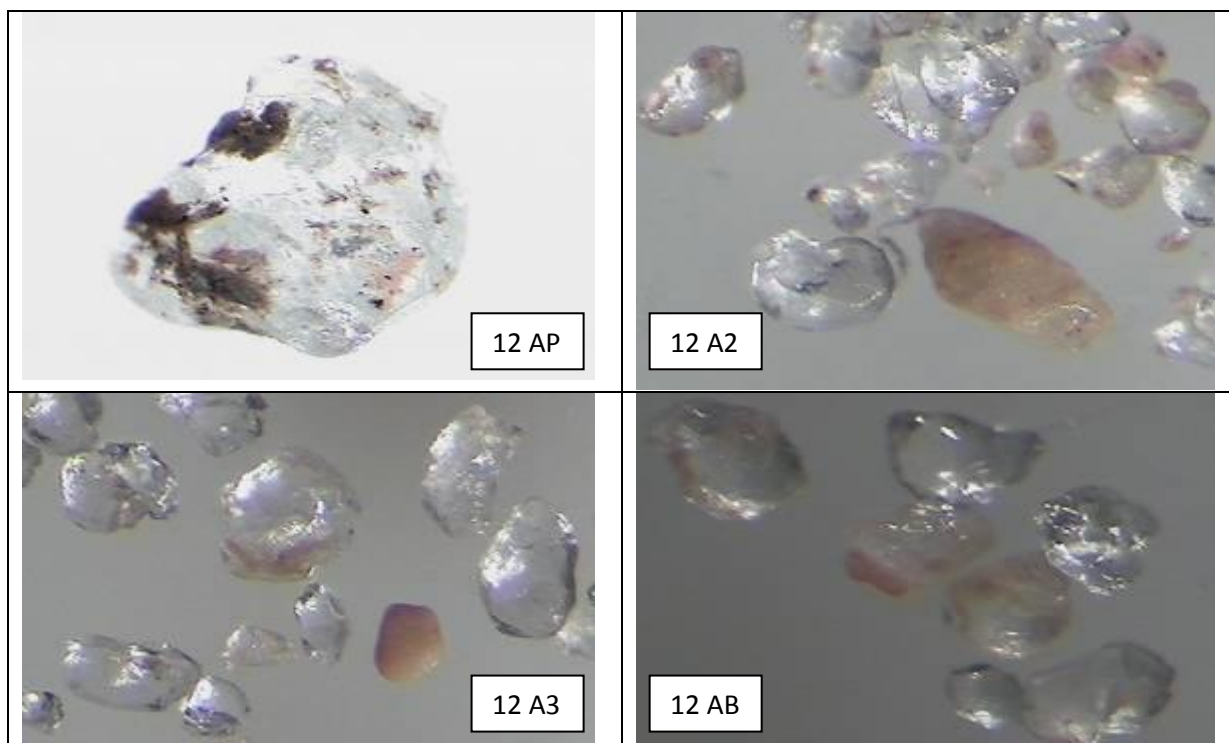


Figura 24: Biotita do perfil 12

O estudo dos minerais leves não foi esclarecedor, pois só foram detectados quartzos (Figura 25).



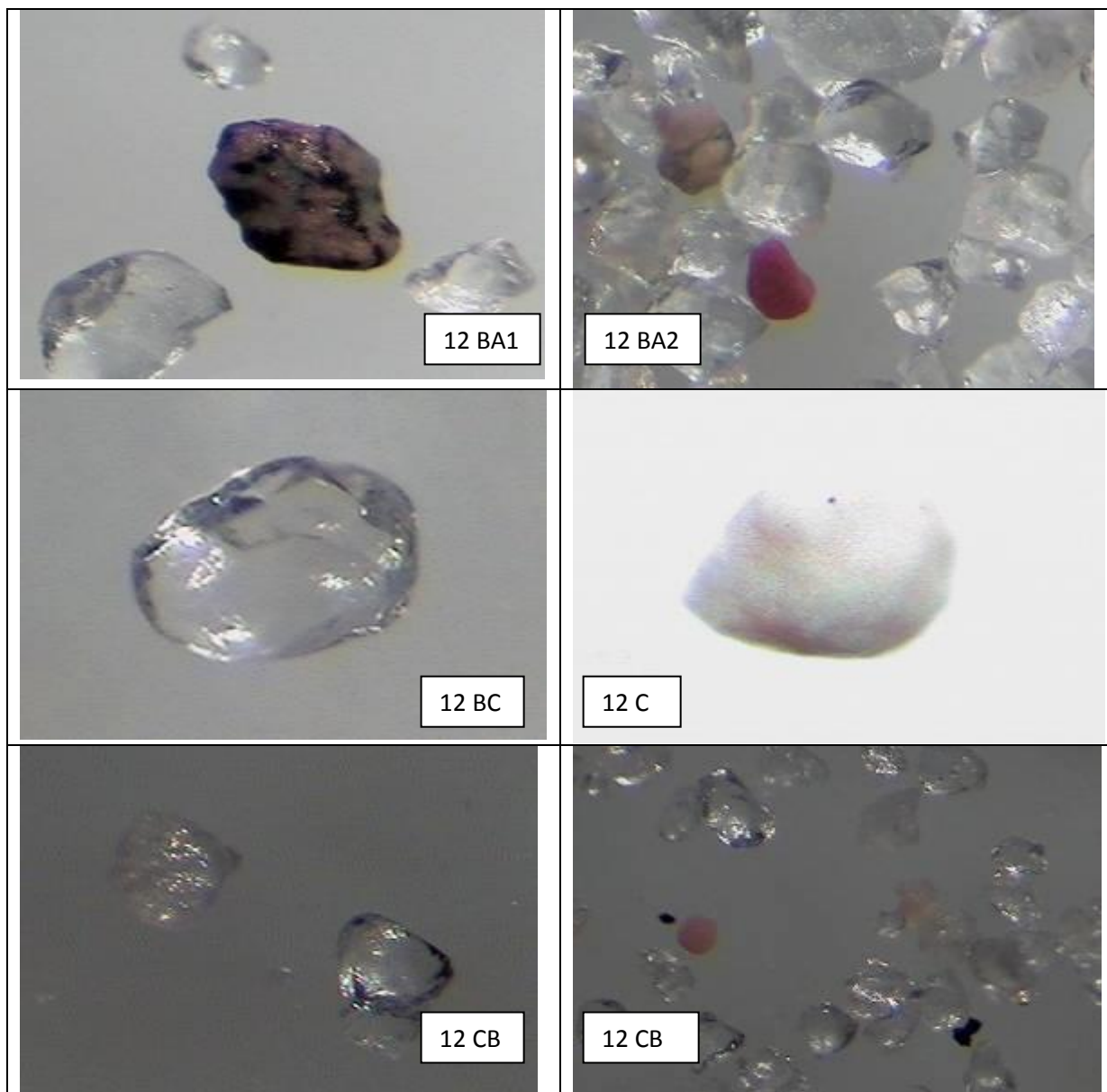


Figura 25: fotos de minerais leves do perfil 12 em lupa binocular - 12AP – Quartzo subanguloso, transparente, com presença de ação ferruginosa; 12A2 – Quartzos angulosos e transparentes; 12A3 – Quartzos ângulos, transparentes e rosa; 12AB – Quartzos angulosos e transparentes; 12BA1 – Quartzos sub-angulosos e transparentes, ocorrendo a presença de ferro; 12BA2 – Quartzos angulosos

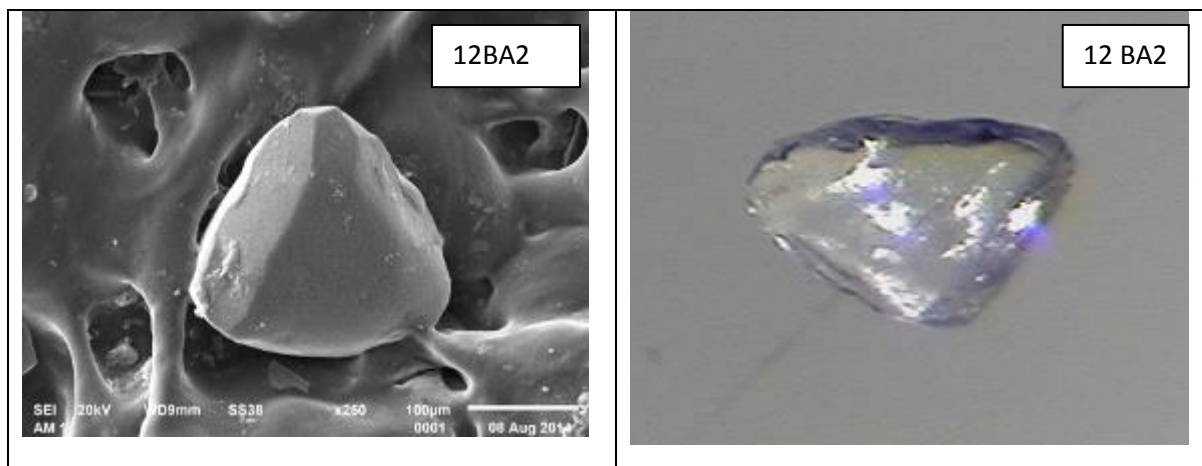


Figura 26 - Quartzo transparente do perfil 12 em fotografia da MEV e da Lupa Binocular;

Requisicao 134

8/8/2014

12BA2 - Quartzo

Element	Line Type	Apparent Concentration	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Standard Label	Factory Standard	Standard Calibration Date
C	K series	2.69	0.02687	16.35	0.83	C Vit	Yes	
O	K series	61.98	0.20856	53.82	0.57	SiO ₂	Yes	
Al	K series	20.40	0.14653	13.81	0.17	Al ₂ O ₃	Yes	
Si	K series	17.87	0.14160	13.20	0.16	SiO ₂	Yes	
K	K series	0.15	0.00125	0.09	0.02	KBr	Yes	
Ti	K series	0.78	0.00783	0.55	0.04	Ti	Yes	
Fe	K series	3.16	0.03162	2.18	0.07	Fe	Yes	
Total:				100.00				

Quadro 2: Composição química do Perfil 12BA2 - EDS

O perfil 10 foi classificado Neossolo Litólico Distrófico típico, localizado na vertente de tabuleiro (figura 27), a 150m de altitude, latitude 11⁰59'28''S e longitude 38⁰06'06''W. O relevo é ondulado e o solo se formou a partir da alteração de arenito lamoso conglomerático maciço e arenito lamoso. Os atributos morfológicos do solo são expressos a seguir.



Figura 27. Perfil 10 - Neossolo Litólico Distrófico típico.

As análises granulométricas e químicas confirmam que Perfil 10 pode ser enquadrado como de textura média e distrófico, conforme Tabela 3. Pode-se observar na descrição morfológica que o solo apresenta sequência de horizontes A1, A2, C₁, C₂ e C₃, contudo nos horizontes C aparecem fragmentos de estruturas associadas que se assemelham a fragipãs. Perguntou-se também se essas estruturas associadas representariam fragipãs.

Caracterização física do solos P10

Horiz	Composição granulométrica em g/km					Classe Textural
	AG	AF	AT	S	A	
P10 - Neossolo Litólico Distrófico típico						
1	205	237	442	122	436	argiloso
2	260	136	396	124	480	argiloso
3	537	126	662	99	239	franco argilo arenosa
4	358	230	588	96	316	franco argilo arenosa
5	308	315	624	99	277	franco argilo arenosa

AG- AREIA GROSSA; AF- AREIA FINA; AT- AREIA TOTAL; S- SILTE; A- ARGILA

Tabela x: Análise física do Perfil 10

Caracterização química dos solos

Horiz	pH		Δ pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	m	COT
	H ₂ O	HCl														
P10 - Neossolo Litólico Distrófico típico																
1	5,35	4,10	-1,25	0,20	5,89	1,53	1,00	1,10	11,55	7,30	9,52	2,17	16,82	56,50	54,84	1,40
2	5,20	4,20	-1,00	0,10	0,83	0,93	0,00	0,25	16,55	3,30	2,02	18,57	5,32	37,92	89,14	0,30
3	4,80	4,10	-0,70	0,20	0,18	0,93	0,00	0,03	21,45	2,80	1,14	22,59	3,94	28,75	94,97	0,12
4	4,85	4,10	-0,75	0,15	0,06	2,13	0,00	0,03	21,45	3,00	2,21	23,46	5,21	42,43	90,57	0,10
5	4,95	4,20	-0,75	0,15	0,48	2,25	0,00	0,03	17,95	3,00	2,75	20,70	5,75	47,81	86,72	0,10

Tabela y: Análise química do Perfil 1

As análises das litofácies que compõem do Barreiras na área e na região também levaram a cogitar que a estrutura associada citadas são arenitos lamosos em degradação.

O gráfico da freqüência acumulada da granulometria dos horizontes C₁ e C₂ apresentam o padrão de sedimentos que foram depositados em condições de fluxos de detritos, segundo Visher (1969) (Figura 28), o que é uma evidência que se trata do material de origem dos solos e não um fragipã.

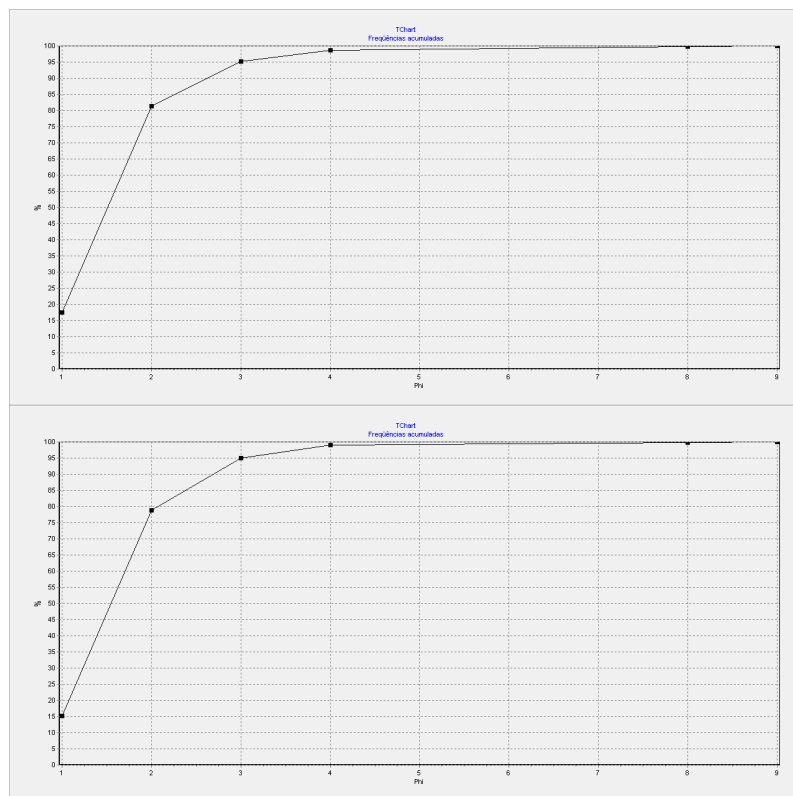


Figura 28. Freqüência acumulada da granulometria dos horizontes C₁ e C₂, respectivamente.

O estudo dos minerais pesados também sugere que não se trata de fragipãs, uma vez que a biotita foi identificada no horizonte C₁. Os outros minerais pesados encontrados foram turmalina verde-claro, granada amarelada e avermelhada, zircão esverdeado e ilmenita (MOREIRA, 2014).

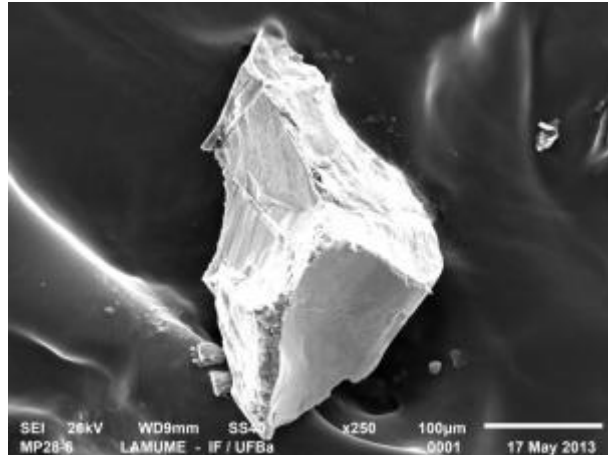


Figura 29: Biotita perfil 10

O estudo dos minerais leves não foi esclarecedor, pois só foram detectados quartzos (Figura 30).

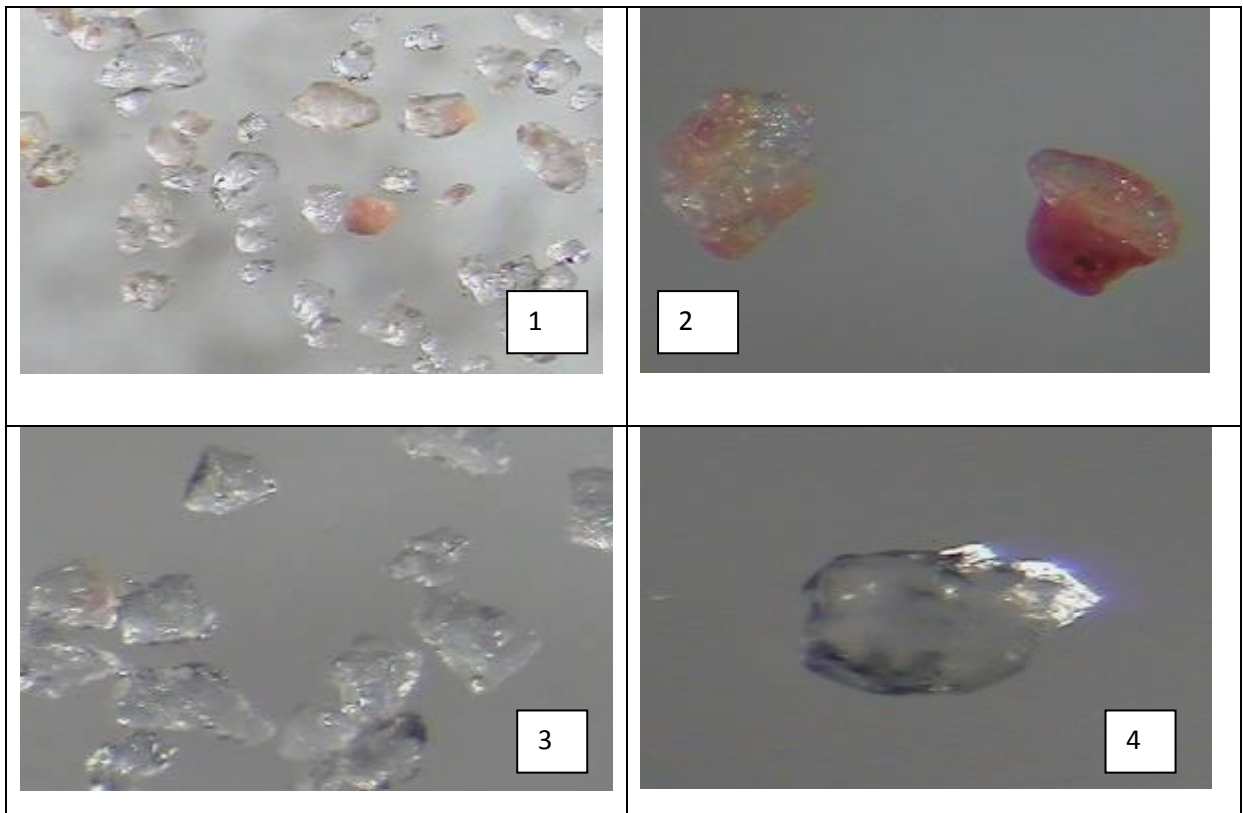




Figura 30: Minerais leves do perfil 10 - 1 – Quartzos subangulares e transparentes; 2 – Quartzos rosas e subangulares; 3 – Quartzos totalmente transparentes e subangulares; 4 – idem; 5 Quartzos transparentes e rosas, subangulares.

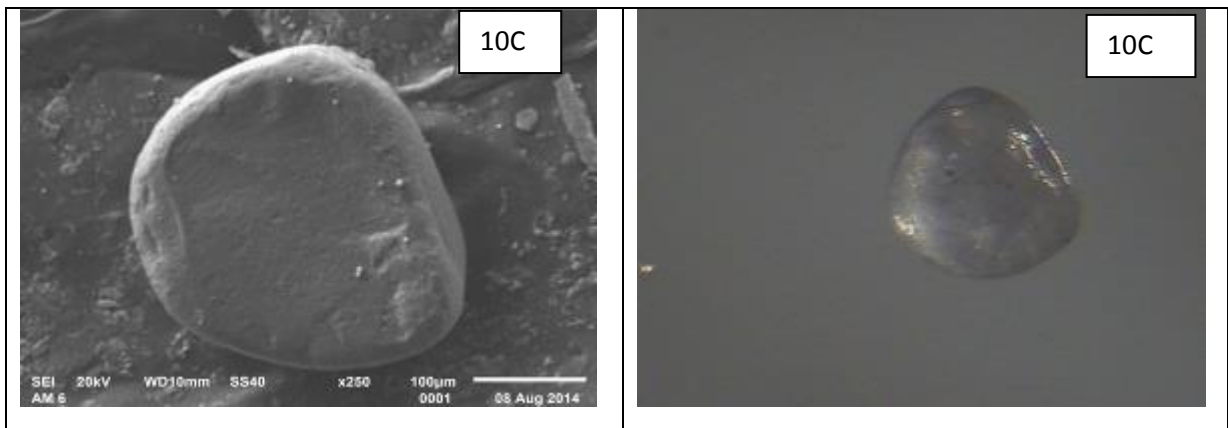


Figura 31: quartzo do perfil 10 em MEV e Lupa binocular.

10C - Quartzo

Element	Line Type	Apparent Concentration	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Standard Label	Factory Standard	Standard Calibration Date
C	K series	1.48	0.01481	15.72	0.64	C Vit	Yes	
O	K series	37.89	0.12749	49.73	0.44	SiO2	Yes	
Al	K series	0.45	0.00323	0.38	0.03	Al2O3	Yes	
Si	K series	43.02	0.34088	34.17	0.31	SiO2	Yes	
Total:				100.00				

Quadro 3: Análise química do Perfil 10 em EDS

5.3 Discussão

O material de origem tem primordial importância em muitos atributos dos solos, entre os quais se destacam a textura, a cor, a composição química e a mineralogia (OLIVEIRA *et al.*, 1992). Os materiais de origem de natureza sedimentar controla, geralmente, atributos como textura, disponibilidade de bases e mineralogia da fração coloidal, por isso muitas características são herdadas do mesmo (FORTUNATO, 2004).

Os sedimentos do Grupo Barreiras representam os materiais de origem dos solos estudados e os mesmos têm sido estudados pela maioria dos pedólogos brasileiros como homogêneos, o que não representa uma realidade. O desconhecimento ou conhecimento superficial do material de origem ou dos materiais de origem pode levar a interpretações equivocadas sobre a formação e evolução dos solos e, assim, mascarar fenômenos correlativos em diferentes áreas (NUNES, 2011a). Nunes (2011b) destaca o exemplo de duripãs e fragipãs, comumente descritos e interpretados como oriundos de processos pedogenéticos, que poderiam ser na realidade diamictitos ou duricrostas cimentadas, ou seja, materiais de origem sedimentar, conforme estudado por Fortunato (2004).

O estudo dos minerais pode ser utilizado para avaliar processos pedogenéticos, tais como latolização, argiluviação e podzolização e, em alguns casos, pode solucionar problemas importantes. O estudo mostra que os minerais presentes em supostos fragipãs e em fácies do Grupo Barreiras são praticamente os mesmos, indicando um elo mineralógico.

A presença de minerais instáveis e pouco estáveis compondo estruturas associadas que se assemelham a fragipãs indica que não são de origem pedogenética, uma vez que são incompatíveis com ambiente teórico de formação, que exigem condições de hidromorfia temporária, dissolução intensa de minerais e precipitação em subsuperfície de compostos silicoaluminosos ou aluminosilicosos (EMBRAPA, 2013).

A identificação de minerais instáveis presentes em solos dos Tabuleiros Costeiros pode subsidiar a resoluções de questões importantes relacionadas aos duripãs e fragipãs, contudo o estudo da mineralogia pode ser insuficiente, uma vez que o material de origem pode, por exemplo, já está desprovido de minerais instáveis, o que é comum nos sedimentos do Grupo Barreiras, possuir a baixa quantidade ou não representatividade de minerais instáveis em horizontes de solos.

O estudo da morfologia das fácies e das estruturas associadas que se assemelham a fragipãs indica similaridades entre elas. Outra evidência que corrobora para esta conclusão são os gráficos de frequência acumulada da granulometria dos possíveis pãs, os quais apresentam padrões similares a depósitos de fluxos de detritos, conforme Visher (1969).

O estudo mais detalhado dos minerais em “pãs” pode oferecer respostas convincentes a respeito da origem não pedogenética, mas para isso é necessário

também estudar cautelosamente a morfologia, a granulometria e a geoquímica desde os materiais de origem até a cobertura pedológica propriamente dita.

Os dados apresentados mostram a descrição dos perfis e as análises de seus minerais no intuito de melhor conhecer os solos dos Tabuleiros Costeiros. De um modo geral, as estruturas apresentam-se compostas, quase que exclusivamente por quartzo, tornando insipiente a análise dos minerais leves no que tange a discussão da origem sedimentar ou pedogenética de estruturas associadas presentes em subsuperfície.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo mineralógico em solos de Tabuleiros Costeiros do Grupo Barreiras, no município de Entre Rios ratifica estudos realizados anteriormente por Moreira (2014), no qual as análises dos minerais pesados nas estruturas associadas classificadas como fragipãs sugerem que não são de origem pedogenética. Tal fato se justifica pela presença de minerais pesados instáveis como a biotita, os quais não se manteriam conservados, sob constante ação intempérica e de processos pedogenéticos agressivos relacionados à hidromorfia temporária.

As análises dos minerais leves, não foram esclarecedoras, pois em todas as estruturas estudadas foram encontrados apenas o mineral quartzo.

Por sua vez, as análises dos minerais pesados encontrados comprovam a predominância de turmalina, granada amarela, granada vermelha, zircão e ilmenita em todos os perfis de solos, nos materiais de origem e nas estruturas associadas, no entanto existem exceções como é o caso da titanita, biotita e o berilo.

Com base nisso, pode-se afirmar que a pedogênese não modificou significativamente a estrutura dos minerais pesados, uma vez que as características de arredondamento e esfericidade continuam análogos às verificadas nos materiais de origem.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J.J. **Estudo morfológico e morfométrico nas Bacias do Riacho Cabuçu e Riacho dos Negros, Litoral Norte da Bahia.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia, 2014.
- ARAI, M. **A Grande Elevação Eustática do Mioceno e Sua Influência na Origem do Grupo Barreiras.** Geol. USP Série Cient., 6:1-6, 2006.
- BARROS, C. E; **Geoquímica dos minerais pesados detríticos: sua aplicação no estudo de proveniência das areias de praias do litoral Norte e Médio do Rio Grande do Sul.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do RIO Grande do Sul, 2006.
- BEZERRA, F. H. R. **Neotectonics in Northeastern Brazil.** Thesis Doctor Philosophy, Department of Geological Sciences, University College London 1998. 208p.
- BEZERRA, M. S.; NESI, J. R. Berilo. **Centro de Tecnologia Mineral Ministério da Ciência e Tecnologia.** Rio de Janeiro, Dezembro, 2008.
- BIGARELLA, J. J; ANDRADE, G. O. **Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras).** Arquivos UR. ICT, [S.I.], n.2, p. 1-14, 1964.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Folha SD 24 Salvador:** geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, v. 24, 1981. 624p.
- CAMPOS e SILVA. A. **O grupo Barreiras na região de Natal.** UFRN. Inst. Antr, Rel. e Com. Geologia, 1965, p.1-3.
- CAMPOS e SILVA.A. **Contribuição ao estudo do grupo Barreiras no Rio Grande do Norte.** Natal, UFRN, 1969. Arq. Inst. Antropologia. s/n, 14p.
- COSTA JÚNIOR, M.P. **Interações morfo-pedogenéticas nos sedimentos do Grupo Barreiras e nos leques aluviais pleistocênicos no Litoral Norte da Bahia – município de Conde.** 2008. (Tese de Doutorado).
- CESERO, P.; PONTE, F. C.. **Análise Comparativa da Paleogeologia dos Litorais Atlânticos Brasileiro e Africano.** Boletim de Geociências. PETROBRAS, Rio de Janeiro, v. 11, p. 1-18, 1997.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos, Rio de Janeiro, RJ. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: EMBRAPA/CNPS. Rio de Janeiro, 1ª edição, 1999. 412p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos, Rio de Janeiro, RJ. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA/CNPS. Rio de Janeiro, 2ªedição. 2006. 306p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos, Rio de Janeiro, RJ. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA/CNPS. Rio de Janeiro, 3ªedição. 2013. 342p.

FILIZOLA, H. F. *et al.* **Os fragipãs e duripãs das depressões dos Tabuleiros Costeiros do nordeste brasileiro**: uma proposta de evolução. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 25:947-963, 2001.

FORTUNATO, F.F. **Sistemas pedológicos nos Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte do estado da Bahia**: uma evolução controlada por duricrostas preexistentes, neotectônica e mudanças paleoclimáticas do Quaternário. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia (Tese de Doutorado), 2004. 366p.

KING, L. C. **A geomorfologia do Brasil oriental**. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, 18:2, p. 3-121. 1956.

MABESOONE, J. M.; CAMPOS E SILVA, A.; BEURLIN, K. **Estratigrafia e Origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte**. Revista Brasileira de Geociências, v. 2, n. 3, p. 173-178, 1972.

MATOSO, S.Q; ROBERTSON, F.S. **Uso geológico do termo “Barreiras”**. Boletim técnico da Petrobrás, 2:3, p.37-43, 1959.

MARTIN, Louis; BITTENCOURT, Abílio Carlos da Silva Pinto; VILAS BOAS, Geraldo da Silva; FLEXOR, Jean Marie. **Texto Explicativo para o Mapa Geológico do Quaternário Costeiro do Estado da Bahia**. Escala 1:250.000. SME/CPM. Salvador, 1980.

MOREAU, A.M.S.*Set al.* **Gênese de horizonte coeso, fragipã e duripã em solos do tabuleiro costeiro do sul da Bahia**. Revista Brasileira de Ciência do Solo,30:1021-1030, 2006b.

MOREIRA, G. S. **Estudos dos minerais pesados dos solos dos Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte da Bahia**. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. (Dissertação de Mestrado), 2014.

MOTTI, C. P. **As glaciações quaternárias e suas repercussões nos litorais das regiões intertropicais (em particular do oceano Atlântico)**. Núcleo de recursos didáticos: Salvador, 1972.

MELLO, J.C. **O aquífero Barreiras e sua potencialidade hidrogeológica e o desenvolvimento sustentável dos tabuleiros costeiros da Bahia**.1998 (Dissertação de Mestrado).

NUNES, F. C. **Contando histórias de Tabuleiros Costeiros: aproximações de sistemas pedológicos e geomorfológicos no Litoral Norte da Bahia**. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011a.

NUNES, F. C. (et all). Características, morfogênese e morfodinâmica dos Tabuleiros Costeiros e suas implicações nas coberturas pedológicas do Litoral Norte da Bahia. **XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Uberlândia, 2011b.

NUNES, F. C.; MOREIRA, G. S.; VILAS BOAS, G. S. da; SANTOS, F. F. N. dos; CALDERANO, S. B.; SILVA, E. F. da. **Fragipãs e Duripãs: estruturas pedogenéticas ou sedimentares?** XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Florianópolis, 2013.

OLIVEIRA, J.B.; JACOMINE, P.K.T. & CAMARGO, M.N. **Classes gerais de solos do Brasil: Guia auxiliar para seu reconhecimento**. 2.ed. Jaboticabal, FUNEP, 1992. 201p.

RIBEIRO, L. P. **Os Latossolos Amarelos do Recôncavo Baiano: gênese, evolução e degradação**. Salvador: Seplantec, CADCT, 1998. 99p.

ROSSETTI, D.F. & DOMINGUEZ, J.M.L. **Tabuleiros Costeiros**. In: BARBOSA J.S.F.; MASCARENHAS, J.F.; GOMES, L.C.C. & DOMINGUEZ, J.M.L. (Eds). Geologia da Bahia – Pesquisa e Atualização. Salvador, UFBA-CBPM, 2012. v.2, p. 365-393.

ROSSETTI, D. de F. **Evolução sedimentar miocênica nos estados do Pará e Maranhão**. Geol. USP, 2006, vol.6, n.2, p. 7-18

SAADI, A. **Neotectônica da plataforma brasileira: esboço e interpretações preliminares**. Geonomos1(1): 1-15. 1993.

SALIM e LIMA.M.S. **Tentativa de subdivisão do Grupo Barreiras na região de Natal**. Maceió, VI Simp. Geol. Nordeste, 1974. 21p.

SANTOS, M. L; GASPARETTO, N. L; **Minerais Pesados dos Depósitos Aluviais do Rio Paraná e sua implicação paleohidrológica**. Revista Pesquisas em Geociências, Vol.35, 2008, p.71-81.

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. & SHIMIZU, S.H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6.ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 100p.

SCHUMANM, **Rochas e Minerais**. Indústria e Comércio. Rio de Janeiro, 1982.

SIQUEIRA, G. W; PEREIRA, S. F. P; APRILE, F. M. **Determinação dos elementos-traço (Zn, Co e Ni) em sedimentos da Plataforma Continental Amazônica sob**

influência da descarga do rio Amazonas. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia. Vol. 36, 2006. P. 321-324.

SUGUIO, K.; NOGUEIRA, A.C.R. **Revisão crítica dos conhecimentos geológicos sobre a formação (ou grupo?) Barreiras do Neógeno e o seu possível significado como testemunho de alguns eventos geológicos mundiais.** São Paulo: Anais da Academia Brasileira Ciência, 1999. 18:2, p. 461-479.

SUGUIO, K.; **Geologia Sedimentar.** São Paulo: Blucher, 2003.

TRICART, J; SILVA, T.C. **Estudos geomorfológicos da Bahia e Sergipe.** Salvador, UFBA, 1968. 167p.

UCHA, J.M. **Processos de transformação Latossolo-Espodossolo sobre os sedimentos do Grupo Barreiras nos Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte do Estado da Bahia.** Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2000. 196f (Tese de Doutorado).

VILAS BOAS, G.S. **Sedimentos terciários e quaternários do interior.** In: Texto explicativo para o mapa geológico do Estado da Bahia. Salvador: Secretaria da Indústria, Comércio e Mineração. Superintendência de Geologia e Recursos Minerais, 1996.

VILAS BÔAS, G. S., SAMPAIO, FLÁVIO J. and PEREIRA, ANTONIO M. S. **The Barreiras Group in the Northeastern coast of the State of Bahia, Brazil: depositional mechanisms and processes.**São Paulo: Anais da Academia Brasileira Ciência, 2001, p. 73.

VISHER, G.S. **Grain size distributions and depositional processes.** J: Sed. Pet., 39(3):1074-1106. 1969.

SEI. **Análise dos atributos climáticos do Estado da Bahia.** Salvador, 1998.

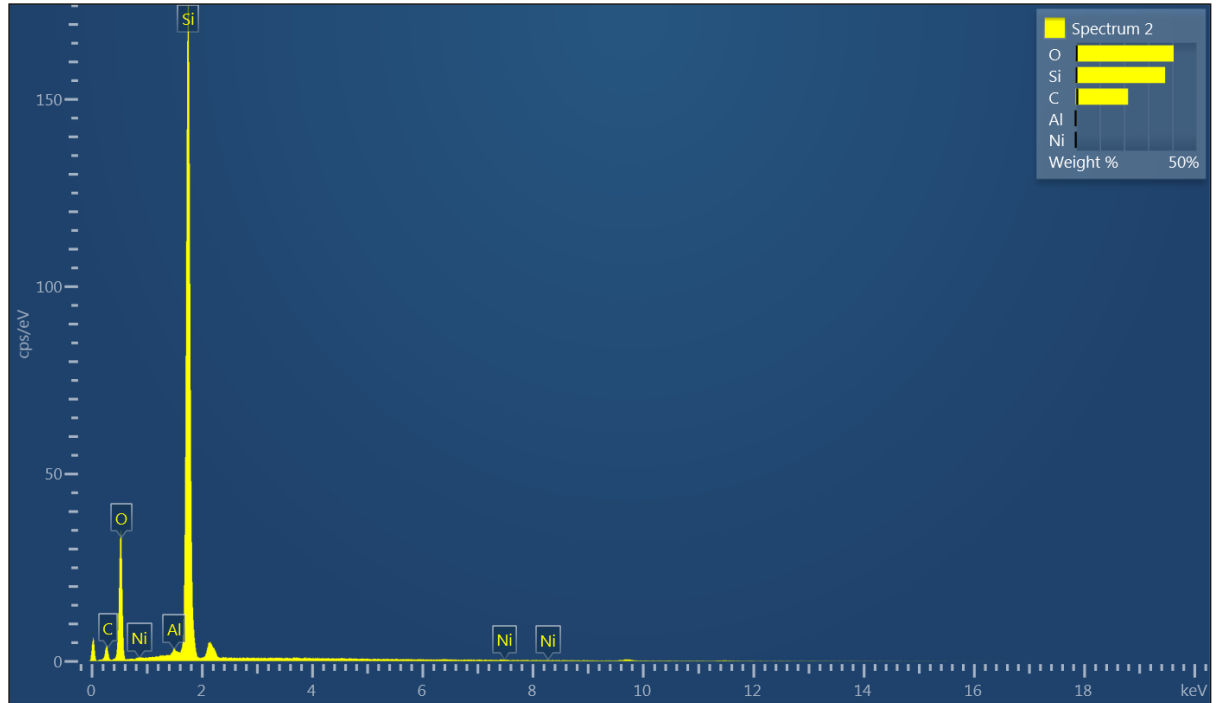
WU, F. T; e CAETANO-CHANG, M. R. **Estudo mineralógico dos arenitos das Formações Pirambóia e Botucatu no Centro-Leste do Estado de São Paulo.** Rev. IG, São Paulo, 13(1), 58-68, jan./jun./1992.

APÊNDICE

Requisicao 134

8/8/2014

1A - Quartzo



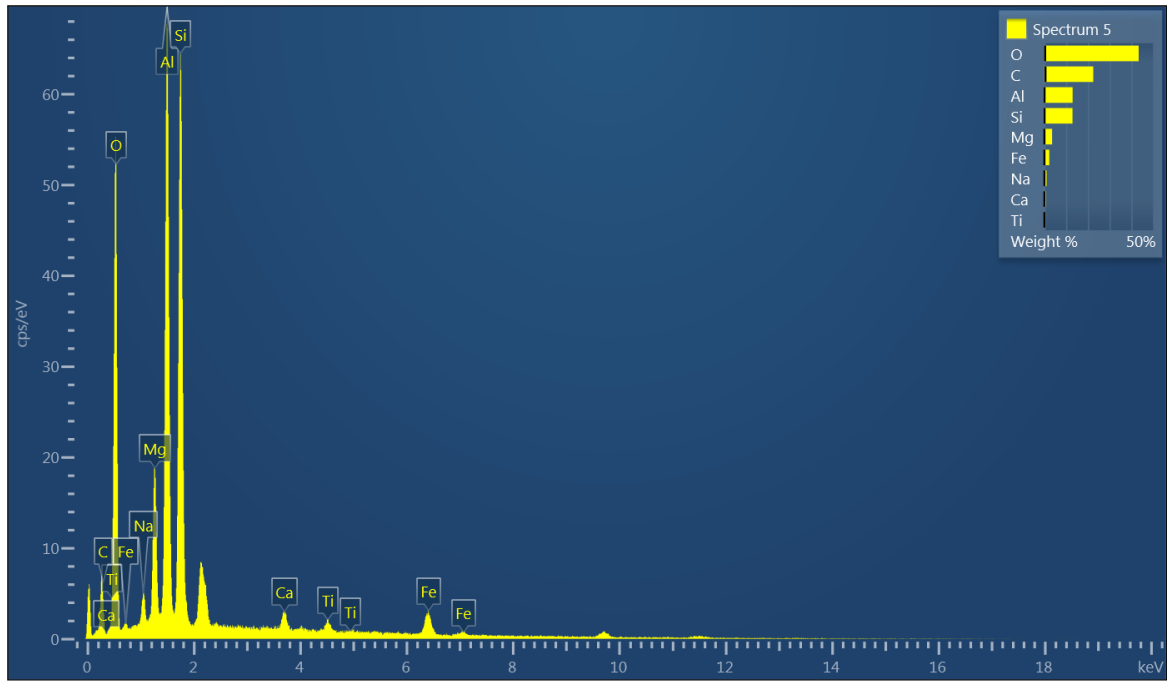
Requisicao 134

8/8/2014

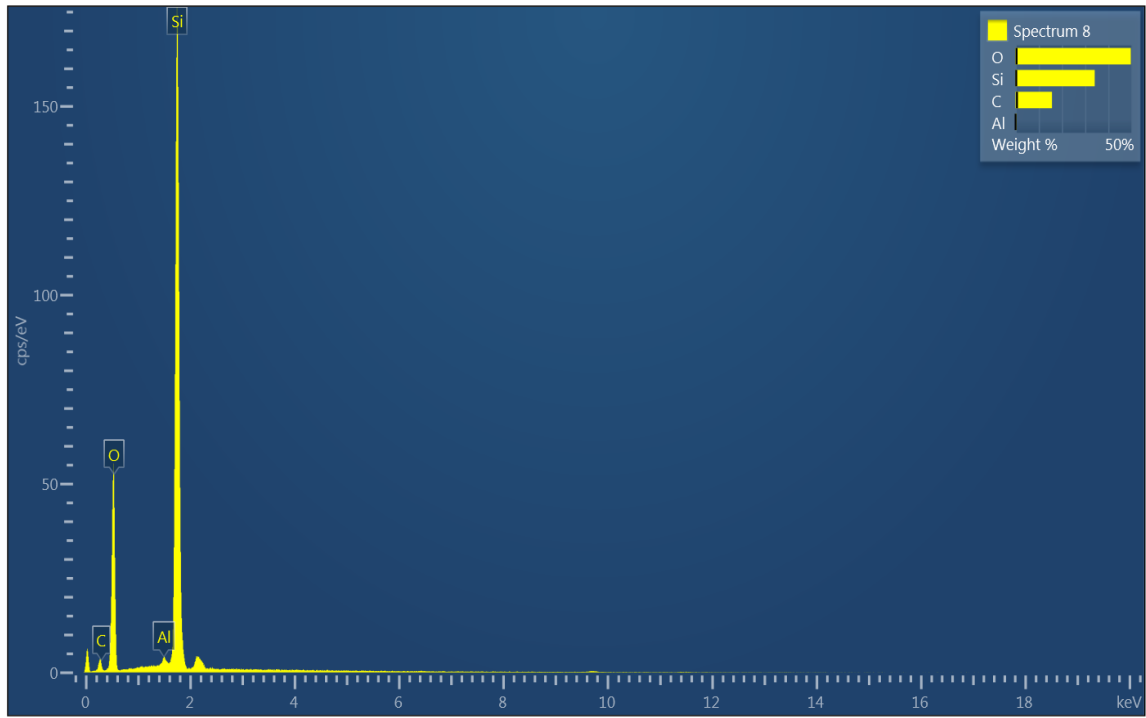
1C - Feldspato

Element	Line Type	Apparent Concentration	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Standard Label	Factory Standard	Standard Calibration Date
C	K series	3.20	0.03205	22.49	0.55	C Vit	Yes	
O	K series	36.78	0.12378	43.40	0.39	SiO2	Yes	
Na	K series	1.31	0.00551	1.04	0.05	Albite	Yes	
Mg	K series	4.20	0.02785	3.60	0.07	MgO	Yes	
Al	K series	16.54	0.11877	13.02	0.14	Al2O3	Yes	
Si	K series	15.39	0.12199	12.97	0.14	SiO2	Yes	
Ca	K series	0.99	0.00888	0.67	0.04	Wollastonite	Yes	
Ti	K series	0.67	0.00669	0.53	0.04	Ti	Yes	
Fe	K series	2.92	0.02923	2.27	0.08	Fe	Yes	
Total:				100.00				

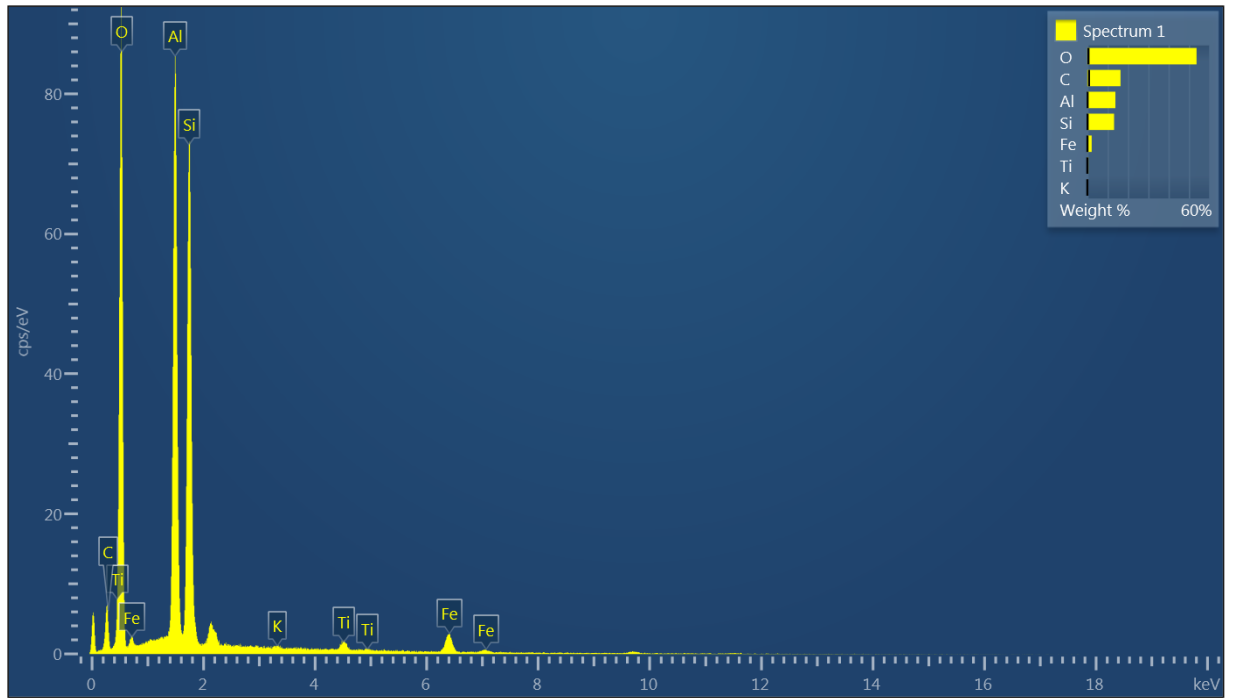
1C - Feldspato



10C- Quartzo



12BA2 – Quartzo



Requisicao 215

4/24/2015

ELEMENTOS TRAÇOS

P10 -1

Element	Line Type	Apparent Concentration	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Standard Label	Factory Standard	Standard Calibration Date
O	K series	79.35	0.26702	55.45	0.20	SiO2	Yes	
Al	K series	18.74	0.13458	16.57	0.12	Al2O3	Yes	
Si	K series	23.54	0.18649	24.12	0.15	SiO2	Yes	
K	K series	0.17	0.00148	0.15	0.03	KBr	Yes	
Ti	K series	0.73	0.00729	0.71	0.05	Ti	Yes	
Fe	K series	3.10	0.03099	2.99	0.10	Fe	Yes	
Total:				100.00				

Requisicao 215

4/24/2015

ELEMENTOS TRAÇOS

P10 -2

Element	Line Type	Apparent Concentration	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Standard Label	Factory Standard	Standard Calibration Date
O	K series	65.65	0.22092	53.80	0.21	SiO2	Yes	
Al	K series	18.43	0.13236	19.64	0.13	Al2O3	Yes	
Si	K series	16.02	0.12694	20.35	0.14	SiO2	Yes	
Ti	K series	0.93	0.00927	1.07	0.06	Ti	Yes	
Fe	K series	4.52	0.04520	5.14	0.12	Fe	Yes	
Total:				100.00				

Requisicao 215**4/24/2015****ELEMENTOS TRAÇOS**

P10 -3

Element	Line Type	Apparent Concentration	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Standard Label	Factory Standard	Standard Calibration Date
O	K series	75.06	0.25259	55.52	0.20	SiO2	Yes	
Al	K series	20.63	0.14819	19.58	0.13	Al2O3	Yes	
Si	K series	18.61	0.14750	21.26	0.14	SiO2	Yes	
Ti	K series	0.75	0.00754	0.79	0.05	Ti	Yes	
Fe	K series	2.75	0.02749	2.85	0.09	Fe	Yes	
Total:				100.00				

Requisicao 215**4/24/2015****ELEMENTOS TRAÇOS**

P10 -4

Element	Line Type	Apparent Concentration	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Standard Label	Factory Standard	Standard Calibration Date
O	K series	74.30	0.25001	56.12	0.20	SiO2	Yes	
Al	K series	6.09	0.04372	5.35	0.08	Al2O3	Yes	
Si	K series	41.85	0.33159	37.21	0.18	SiO2	Yes	
Ti	K series	0.45	0.00445	0.45	0.05	Ti	Yes	
Fe	K series	0.88	0.00884	0.87	0.07	Fe	Yes	
Total:				100.00				